ElektroPhysik

Technisches Handbuch und Bedienungsanleitung für das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400

ElektroPhysik
Dr. Steingroever GmbH & Co. KG
Pasteurstr. 15
50735 Köln
Deutschland
Tel.: +49 221 752040
Fax.: +49 221 7520467
Internet: http://www.elektrophysik.com/
Mail: info@elektrophysik.com

© Ausgabe Version 1.0 05/2014
ab Gerätesoftware 2.13 und Sensorsoftware 1.13
Technische Änderungen vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung 8
1.1 Vorwort 8
2. Erste Schritte 10
2.1 Batterien einlegen und Sensor anschließen 10
2.2 Gerät einschalten und Messwerte aufnehmen 11
2.2.1 Sprache einstellen 11
3. Systembeschreibung 13
3.1 Gerät 13
3.1.1 Allgemeine Eigenschaften 13
3.1.2 Bedienungstasten 13
3.1.3 Anschlüsse und Schnittstellen 14
3.1.4 Stromversorgung 14
3.1.4.1 Batterien und Akkus 14
3.1.4.2 Steckernetzgerät 15
3.2 Sensoren 15
3.2.1 SIDSP®-Technologie 15
3.2.2 Sonstige Eigenschaften 16
4. Arbeiten mit der Bedienoberfläche 17
4.1 Einschalten/Start-Bildschirm 17
4.2 Messbetrieb-/Statistik-Bildschirme 17
4.2.1 Messbetrieb –Bildschirm mit numerischer Darstellung 17
4.2.2. Online-Statistik 18
4.2.3 Statistik-Bildschirme 18
4.3 Menüs 19
4.3.1 Auswahl-Parameter einstellen 19
4.3.2 Eingabe numerischer Parameter 19
4.3.3 Alphanumerische Eingaben beim MiniTest 7400 20
5. Messbetrieb 21
5.1 Wichtige Hinweise zur Schichtdickenmessung 21
5.1.1 Interpretation der Messwerte 21
5.2 Notwendige Einstellungen 21
5.2.1 Messreihe 21
5.3 Vorbereitung zur Messung 22
5.3.1 Kalibrierung 22
5.4 Durchführung von Messungen 22

5.4.1 Freihandmessung 22
5.4.2 Messung mit Präzisions-Messstativ 23
5.4.3 Messung von Duplex-Schichten 23
5.4.4 Messwertblockung 25
5.5 Fehler beim Messen 25
5.6 Messungen auf heißen Oberflächen (HT-Betrieb) 26
6. Kalibrierung 27
6.1 Allgemeines 27
6.2 Verfügbare Kalibriermethoden 28
6.2.1 Werks-Voreinstellung 28
6.2.2 Manuelle Kalibriermethoden 28
6.2.2.1 Nullpunkt-Kalibrierung 28
6.2.2.2 Zweipunkt-Kalibrierung 29
6.2.2.3 Mehrpunkt-Kalibrierung 29
6.2.2.4 Zweipunkt-Kalibrierung ohne Nullpunkt 29
6.2.3 Fest vorgegebene, menügeführte Kalibriermethoden 29
6.2.3.1 Allgemeines 29
6.2.3.2 Kalibrierung nach ISO (EN ISO 19840) 30
6.2.3.3 Kalibriermethode „Rau“ 30
6.2.3.4 Kalibriermethode „Schwedisch“ (SS 18 41 60) 30
6.2.3.5 Kalibriermethode „Australisch“ 31
6.2.3.6 Kalibrierung nach SSPC-PA2 31
6.2.3.7 Arbeitsmethode PSPC 32
6.3 Gestrahlte und raue Oberflächen 33
6.3.1 Allgemeines 33
6.3.2 Methode A (für Messobjekte mit einer Rauheit Rz > 20µm) 33
6.3.3 Methode B (für Messobjekte mit einer Rauheit Rz < 20µm) 33
6.3.4 Methode C 34
6.4 Durchführung der Kalibrierung 34
6.4.1 Allgemeines 34
6.4.2 Werks-Voreinstellung 34
6.4.3 Manuelle Kalibrierung 35
6.4.3.1 Besonderheiten beim Kalibrieren von FN-Sensoren 35
6.4.3.2 Nullpunkt-Kalibrierung 35
6.4.3.3 Zweipunkt-Kalibrierung 36
6.4.3.4 Mehrpunkt-Kalibrierung 38
6.4.3.5 Zweipunkt-Kalibrierung ohne Nullpunkt 39
6.5 Nachkalibrieren 41

6.6 Kalibrierung unterbrechen oder abbrechen 41
6.7 Kalibrierung löschen 42
6.7.1 Kalibrierpunkt löschen 42
6.8 Kalibrieren und Messen mit dem N20 Sensor 43
6.9 Kalibrieren und Messen mit dem FN100 Sensor 44
7. Datenverwaltung 46
7.1 Messreihen 46
7.1.1 Allgemeines 46
7.1.2 Speichergröße und -benutzung 46
7.1.3 Parameter 46
7.2 Datenbank 47
7.2.1 Allgemeines 47
7.2.2 Verzeichnis anlegen 47
7.2.3 Neue Messreihe einrichten 48
7.2.4 Messreihe zur Messung auswählen 49
7.2.5 Messreihe / Verzeichnis löschen 49
7.2.6 Messreihe/Verzeichnis umbenennen 50
8. Statistik/Auswertung 51
8.1 Allgemeines 51
8.2 Statistik-Vorgaben 51
8.2.1 Oberer und unterer Grenzwert (High-Limit / Low-Limit) 51
8.3 Statistik ansehen 52
8.3.1 Messreihen-Statistik bei ausgeschalteter Messwertblockung ansehen 52
8.3.2 Einzelmesswerte ansehen 52
8.3.3 Histogramm beim MiniTest 7400 53
8.3.4 Trend-Diagramm beim MiniTest 7400 53
8.3.5 Messreihen-Statistik bei eingeschalteter Messwertblockung ansehen 54
8.3.6 Einzelmesswerte und Einzelblock-Statistik ansehen 54
8.4 Messwerte einer Messreihe löschen 55
8.4.1 Einzelmesswerte löschen 55
8.4.2 Alle Messwerte löschen 56
8.4.3 Aktuellen Messwert löschen 56
9. Datenausgabe/Datenübertragung 57
9.1 Daten ausdrucken 57
9.2 Daten zum PC übertragen (Terminalprogramm) 58
9.3 Daten zum PC übertragen (MSoft 7) 59
10. Hauptmenü 60
10.1 Allgemeines 60

10.2 Untermenü „Datenbank“ 60
10.3 Statistik 60
10.4 Kalibrierung 60
10.5 Aktive Messreihe 60
10.5.1 Eigenschaften 61
10.5.2 Messwerte 61
10.5.3 Konfiguration 61
10.5.4 Kalibrierung 64
10.6 Einstellungen 65
10.6.1 Allgemeines 65
10.6.2 Display 65
10.6.3 Datum / Uhrzeit 65
10.6.4 Datenausgabe 66
10.6.4.1 Datenausgabe Infrarot (IrDA®) 66
10.6.4.2 Datenausgabe RS232 Kabel 66
10.6.4.3 Schalterfunktionen 68
10.6.5 Grundeinstellungen 68
10.6.6 Kenndaten 69
10.7 Untermenü “SIDSP® ” 69
11. Sonderfunktionen 70
11.1 Initialisierung 70
11.2 Sonderfunktionen 70
11.3 Nachjustieren des Werks-Nullpunkts 71
12. Anschließbares Zubehör 73
12.1 Allgemeines 73
12.2 Direkter Anschluss 73
12.3 Anschluss über Universal-Anschlussbox 74
13. Funktions-Referenz 75
13.1 Grafische Übersicht 75
13.2 Konfiguration einer Messreihe 76
14. Pflege und Wartung 77
14.1 Pflege 77
14.1.1 Umgang mit NiMH-Akkus 77
14.2 Wartung 78
15. Technische Daten 79
15.1 Gerätespezifikationen 79
15.2 Sensorspezifikationen 80
15.3 Lieferumfang 81

15.3.1 Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 81
15.3.2 Wechselbare SIDSP®-Sensoren für MiniTest 7400 81
15.3.3 Zubehör für SIDSP®-Sensoren 82
15.4 Zubehör 83
16. Anhang 84
16.1 Fehlermeldungen und –behandlung 84
16.2 Begriffe zur Statistik 87
16.3 Sicherheitshinweise 88
16.4 Konformitätserklärung 89
16.5 Service-Adressen 90
17. Änderungs-Historie 91
18. Stichwortverzeichnis 92

1. Einführung

1.1 Vorwort

Die vorliegende Bedienungsanleitung gilt für das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400, und erläutert die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten.
Wir empfehlen Ihnen, sich im Inhaltsverzeichnis bzw. Index die entsprechenden Kapitel herauszusuchen, die für Ihren Anwendungsfall relevant sind.
Im Kapitel 2.2 finden Sie eine Kurzanleitung mit Bedienbeispiel.

Das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 arbeitet zerstörungsfrei, abhängig vom Sensortyp nach dem magnet-induktiven bzw. dem Wirbelstrom-Verfahren. MiniTest 7400 entspricht den folgenden Normen:

DIN EN ISO 1461	ASTM B244	AS 3894.3-2002
DIN EN ISO 2064	ASTM B499	SS 18 41 60
DIN EN ISO 2178	ASTM D7091	SSPC-PA 2
DIN EN ISO 2360	ASTM E376-03	MSC.215(82) - PSPC
DIN EN ISO 2808		
DIN EN ISO 19840		

MiniTest 7400 eignet sich sowohl für den Einsatz im Labor als auch im rauen Baustellen- oder Werkstattbetrieb.
MiniTest 7400 wird für die zerstörungsfreie, schnelle und exakte Schichtdickenmessung eingesetzt. Anwendungen finden sich im Bereich des Korrosionsschutzes, sowohl beim Hersteller als auch beim Abnehmer, bei Behörden und Gutachtern, in Galvanisier- und Lackierbetrieben, in der chemischen Industrie, im Automobil-, Schiffs- und Flugzeugbau sowie im Apparate- und Maschinenbau.

Das Messsystem besteht aus einem Sensor und dem Anzeigegerät MiniTest 7400.

MiniTest 7400 ist besonders anwenderfreundlich ausgestattet. Hierzu zählt vor allem die intuitiv zu bedienende Menüoberfläche mit kontextorientierter Online-Hilfe. Die großen beleuchteten Bedientasten vereinfachen die Handhabung. Ein gut ablesbares, hinterleuchtetes Grafikdisplay erleichtert das Ablesen auch bei schlechten Lichtverhältnissen.

Weiterhin verfügt MiniTest 7400 über eine komfortable Messdatenverwaltung, die sich an die Dateiverwaltung des PC anlehnt. Individuelle Namensvergabe und das Anlegen von Ordnerstrukturen erleichtern es dem Anwender, seine Messreihen ohne Probleme zu verwalten.

Ein Konfigurationsassistent ermöglicht es auch ungeübten Anwendern, die für anspruchsvolle Messaufgaben notwendigen Einstellungen und Kalibrierungen in kürzester Zeit zu erledigen.

Um den Genauigkeitsanforderungen der Messaufgabe gerecht zu werden, können die angeschlossenen Sensoren an bis zu 5 Punkten (inkl. Nullpunkt) kalibriert werden. Weiterhin unterstützt das Gerät durch vordefinierte Kalibrier- und Arbeitsmethoden die Anwendungsnormen ISO 19840, SSPC, „Schwedisch“, „Australisch“ , das Messen auf rauen Oberflächen und die 90/10 Funktion nach IMO Performance Standard for Protective Coatings (PSPC).

Die im Lieferumfang enthaltene PC-Software „MSoft 7 Professional“ ermöglicht es, komfortabel Messreihen am Gerät einzurichten, auszuwerten und in verschiedenen Dateiformaten zu exportieren. Neben der einfachen Ausgabe im Text- und Excel®-Format können auch komplette Messprotokolle im PDF-Format erstellt werden. Das Einbinden von Beschreibungstexten und von Messobjekt-Fotos ist möglich.

Es können alle SIDSP®-Sensoren der Generation MiniTest 7, mit nachfolgend aufgeführten Messverfahren, angeschlossen werden. SIDSP® steht für **S**ensor-**I**ntegrated **D**igital **S**ignal **P**rocessing – Sensor-integrierte digitale Signalverarbeitung. SIDSP®-Sensoren zeichnen sich durch eine hohe Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Temperaturstabilität aus.

Der Anwendungsbereich ergibt sich aus dem Typ des angeschlossenen Sensors:

F-Sensoren arbeiten nach dem magnet-induktiven Verfahren und sind verwendbar für unmagnetische Schichten, wie Lacke, Emails, Gummi, Aluminium, Chrom, Kupfer, Zink usw. auf Eisen und Stahl (auch auf legierten und gehärteten magnetischen Stählen, nicht aber auf austenitischen oder nur gering magnetischen Stählen).

N-Sensoren arbeiten nach dem Wirbelstrom-Verfahren und messen isolierende Schichten, wie Lacke, Eloxalschichten, Keramik usw. auf allen Nicht-Eisen-Metallen (z.B. Aluminium, Kupfer, Zinkdruckguss, Messing etc.) sowie auf austenitischen Stählen.

FN-Sensoren arbeiten sowohl nach dem magnet-induktiven als auch nach dem Wirbelstromverfahren. Mit diesen Kombi-Sensoren kann sowohl auf dem Grundwerkstoff Stahl als auch auf NE-Metallen gemessen werden.

MiniTest 7400 kann über zahlreiche Schnittstellen mit externer Peripherie wie z.B. dem portablen Drucker MiniPrint 7000 (Zubehör) verbunden werden. Standardmäßig steht eine Infrarot-Schnittstelle (IrDA® 1.0) zur Verfügung. Ein als Zubehör lieferbarer Multifunktionsadapter erweitert das System um eine USB-Schnittstelle und ermöglicht Netzteil-, Kopfhörer-, Fußschalter- und/oder Alarmgeber-Anschluss. Werden nur Einzelfunktionen benötigt, sind auch ein RS232-Adapterkabel, ein USB-Adapterkabel sowie ein IR/USB-Konverter lieferbar.

2. Erste Schritte

Dieser Abschnitt wendet sich an Erstanwender des Gerätes. Er soll Sie mit grundsätzlichen Eigenschaften des Gerätes und der Aufnahme von Messwerten vertraut machen.

2.1 Batterien einlegen und Sensor anschließen

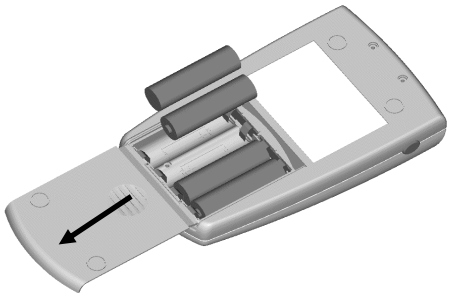
a) Entnehmen Sie das Gerät und die Batterien aus dem Transportkoffer.

b) Schieben Sie den Batteriefachdeckel an der Geräteunterseite in Pfeilrichtung (s. Abb.).

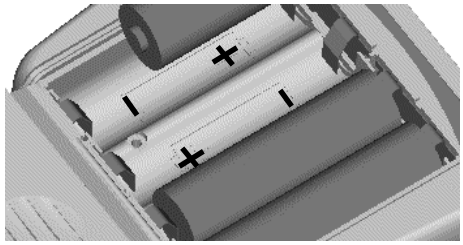
c) Setzen Sie die beiliegenden Batterien in das Batteriefach ein. Achten Sie dabei auf die richtige Polung (im Batteriefach gekennzeichnet, s. Abb.).

d) Schieben Sie den Batteriefachdeckel wieder auf.

zu b)



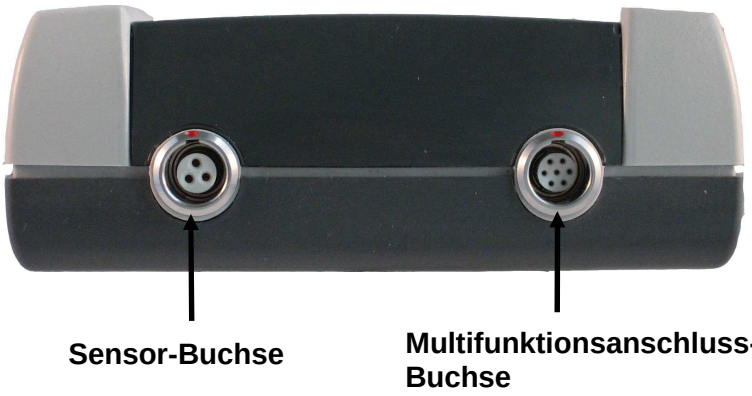
zu c)



e) Entnehmen Sie den Sensor (oder einen der Sensoren, falls Sie weitere Sensoren besitzen) aus dem Transportkoffer und führen Sie den Stecker in die Sensorbuchse an der Kopfseite des Gerätes (s. Abb.) ein. Achten Sie darauf, dass Sie die „Nase" des Steckers in der Führungsnut der Buchse ansetzen. Der rote Punkt am Sensorstecker muss zum roten Punkt der Sensorbuchse zeigen.

f) Schieben Sie den Stecker bis zum Anschlag ein. Der Stecker rastet ein und ist arretiert.

zu e)



2.2 Gerät einschalten und Messwerte aufnehmen

2.2.1 Sprache einstellen

Anwendung nur vor der ersten Inbetriebnahme oder nach Bedarf (siehe Kapitel 11.1). Ansonsten weiter mit Abschnitt 2.2.2 b) .

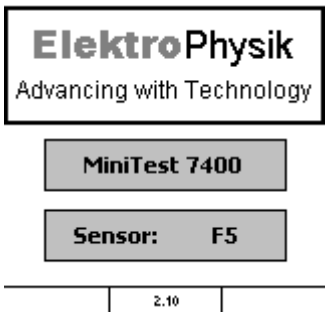
„Ein-Aus“-Taste beim Einschalten zusammen mit der Befehlstaste „ESC“ drücken, „Ein-Aus“-Taste zuerst loslassen. Es wird die Initialisierungssequenz des Systems aufgerufen.

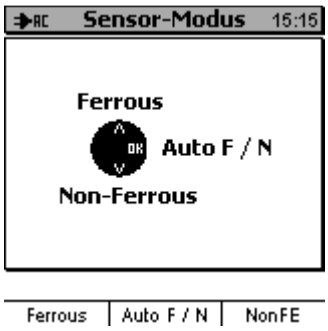
1. Es erscheint eine Flagge mit der Landessprache.
   Mit den Tasten „↑“ oder „↓“ die gewünschte Sprache einstellen.
   Mit OK bestätigen oder Abbruch durch ESC.
2. Auf dem Display erscheint „Total Reset“; hiermit kann das Gerät auf die Werkseinstellung zurückgesetzt werden. Soll das Gerät nicht auf die Werkseinstellung zurückgesetzt werden, Funktionstaste „Nein“ betätigen (siehe Kapitel 11.1).

2.2.2 Messwerte aufnehmen

a) "Ein-Aus"-Taste drücken.

b) Es erscheint der **Startbildschirm** mit Firmenlogo, Geräteversion und angeschlossenem Sensortyp (s. Abb.).

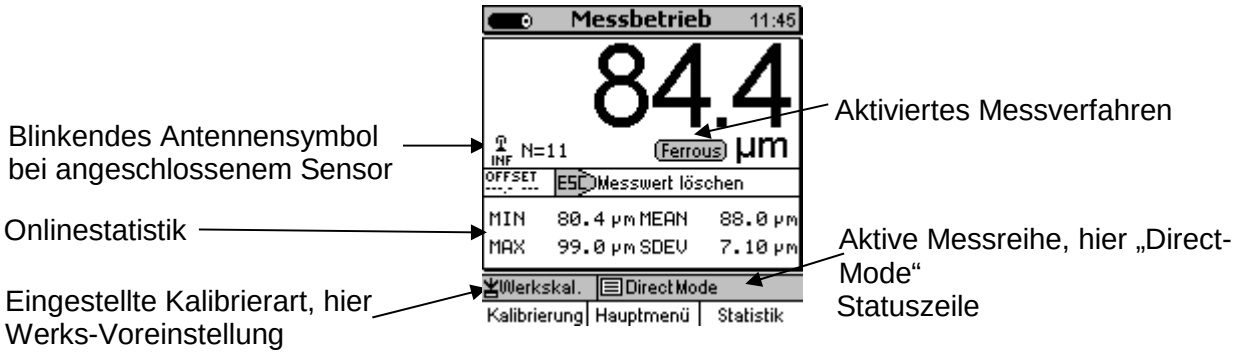




c) Bei angeschlossenen FN-Sensoren besteht die Möglichkeit, das Messverfahren auszuwählen, solange noch keine Messwerte aufgenommen wurden
Über den Befehls- und Navigationstastenblock
- Taste „↑“: „Ferrous“ (F = magnetinduktives Verfahren)
- Taste „↓“: „Non-Ferrous“ (N = Wirbelstrom-Verfahren)
- Taste „OK“ oder automatisch nach ca. 5 Sek. „Auto F/N“ oder alternativ über die Funktionstasten „Ferrous“, „Auto F/N“ „Non-Ferrous“ (s. Abb.).

d) Das Gerät schaltet in den **Messbetrieb** (s. Abb.) und ist nun messbereit. Der **Messbildschirm** wird angezeigt, aber es ist noch kein Messwert vorhanden.

e) Beim ersten Einschalten ist der „Direct-Mode“ (siehe 7.1.1) ebenso wie eine Werks-Voreinstellung voreingestellt (Nähere Informationen zum Thema „Kalibrieren“ finden Sie im Kapitel 6). Die eingestellte „Kalibrierart“ und die „Aktive Messreihe“ wird in der Statuszeile dargestellt.



f) Die Werks-Voreinstellung wird für die einfache, schnelle Messung verwendet, wenn auch größere Messfehler zugelassen werden und die maximal erreichbare Messgenauigkeit nicht im Vordergrund steht. Kalibrierarten siehe Kapitel 6.2.

g) Zur Aufnahme von Messwerten setzen Sie den Sensor senkrecht auf die Messobjektoberfläche auf. Die Schichtdicke wird unmittelbar im Mess-Bildschirm angezeigt. Heben Sie den Sensor wieder ab. Der Sensor ist nun bereit zur nächsten Messung.

3. Systembeschreibung

3.1 Gerät

3.1.1 Allgemeine Eigenschaften

Grafikdisplay
160 x 160 Dots

Ein großes, hinterleuchtbares, grafisches Display ermöglicht gut ablesbare Messwerte, Statistikdaten, Histogramm und Trend-Diagramm.

Das Gehäuse besteht aus einem schlag- und kratzfesten Kunststoff.

3.1.2 Bedienungstasten

Ein-Aus-Taste

Funktionstasten

Befehls- und
Navigationstastenblock

Die **Ein-Aus-Taste** dient zum Ein- oder Ausschalten des Gerätes. Wird diese beim Einschalten des Gerätes zusammen mit der Befehlstaste „ESC“ gedrückt, wird eine Initialisierung durchgeführt (näheres zur „Initialisierung“ erfahren Sie im Kapitel 11.1)

Die **Funktionstasten** sind je nach Bildschirminhalt unterschiedlich belegt. Die aktuelle Belegung wird in der Bildschirmzeile oberhalb der Tasten dargestellt.

Der **Befehls- und Navigationstastenblock** hat ebenfalls unterschiedliche Funktionen:
- Mit „OK“ werden Einstellungen oder Werte übernommen sowie Menüpunkte ausgewählt.
- Mit „ESC“ werden Aktionen abgebrochen sowie Untermenüs verlassen.

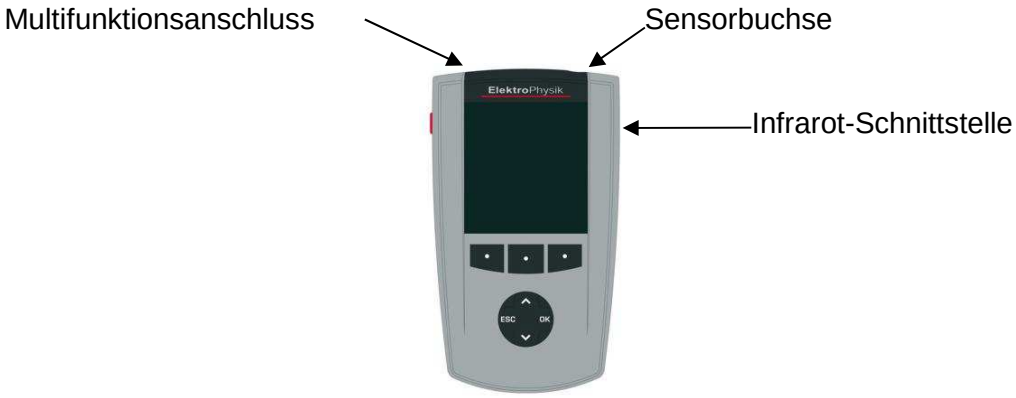
- Die Tasten „↑“ oder „↓“ dienen zur Navigation, sowie der Änderung von Einstellungen.

- Bei alphanumerischen Eingaben haben die Tasten „OK“ und „ESC“ ebenfalls Navigationsfunktion

Die Funktionstasten und der Befehls- und Navigationstastenblock können wahlweise beleuchtet werden, um eine Eingabe in dunkler Umgebung zu ermöglichen (Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel 10.6.2).

Das Gerät ist mit einer kontextsensitiven Hilfe-Funktion ausgestattet. Bei den meisten Bildschirmdarstellungen kann mit der linken Funktionstaste „Hilfe“ eine Direkthilfe aufgerufen werden.

3.1.3 Anschlüsse und Schnittstellen



An der Sensorbuchse sind alle Sensoren der Generation MiniTest 7, mit den in Kapitel 1.1 genannten Messverfahren, anschließbar. Der Multifunktionsanschluss dient zum Anschluss des Steckernetzgerätes, des Fußschalters, eines Alarmgebers, des RS232-Schnittstellenkabels, des USB-Schnittstellenkabels, eines Kopfhörers oder der Universal-Anschlussbox (siehe Kapitel 10.5.4 und 12.)

3.1.4 Stromversorgung

3.1.4.1 Batterien und Akkus

Das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 wird mit vier Alkali-Mangan-Batterien 1,5V, Typ AA - LR6 betrieben (im Lieferumfang enthalten). Alternativ können wiederaufladbare NiMH-Akkus Typ AA - HR6 oder ein Steckernetzgerät (Zubehör) verwendet werden. Verwenden Sie für den Batterie- bzw. Akkubetrieb ausschließlich die von uns empfohlenen Produkte (Siehe Kapitel 14.4 Zubehör).

Wenn Sie Akkus verwenden wollen, müssen Sie diese in einem externen Ladegerät (Zubehör) aufladen. Zum Umgang mit Batterien und Akkus vergleichen Sie bitte Kapitel 13.1, „Pflege und Wartung“.

Hinweise:

Nehmen Sie die Batterien oder Akkus aus dem Gerät, wenn Sie es längere Zeit nicht benutzen.

- Das Batterie-Füllstands-Symbol im Gerätedisplay zeigt in 6 Stufen (0, 20, 40...100%) den Füllstand der Batterien/Akkus an.
- Bei Erreichen der niedrigsten Stufe erscheint die Meldung „Batterie fast leer !“
- Sind die Batterien/Akkus komplett entladen, erscheint die Meldung „Batteriespannung zu gering!“, und das Gerät schaltet ab.
- Neue Batterien/Akkus sollten innerhalb von ca. einer Minute nach Entfernen der verbrauchten Batterien/Akkus eingesetzt werden, da sonst Datum und Uhrzeit verloren gehen können. Wurde die Zeit überschritten, erscheint die Meldung „Einstellung der Uhr überprüfen“ (siehe Kapitel 10.6.3). Messreihen und Kalibrierwerte bleiben in jedem Fall erhalten.
- Nehmen Sie zur Sicherheit Ersatzbatterien/-akkus mit, wenn Sie vor Ort Messungen durchführen wollen.
- Fehlmessungen wegen zu geringer Versorgungsspannung können nicht auftreten, da das Gerät vorher abschaltet bzw. sich gar nicht erst einschalten lässt.

- Verbrauchte oder defekte Batterien bzw. Akkus sind Sondermüll und müssen gemäß den gesetzlichen Vorschriften entsorgt werden.

3.1.4.2 Steckernetzgerät

Verwenden Sie das Steckernetzgerät, wenn Sie das Messgerät stationär betreiben wollen. Beim Netzteilbetrieb sollten Batterien zur Versorgung der internen Uhr eingesetzt werden. Anderenfalls gehen nach ca. 1 Minute die Einstellungen von Datum und Uhrzeit verloren, falls die Stromversorgung vom Steckernetzgerät zum MiniTest unterbrochen wird.

Das Steckernetzgerät wird mit zwei unterschiedlichen Steckadaptern (Euro- und USA-Norm) geliefert. Sollte der an Ihrem Steckernetzgerät aufgesteckte Adapter nicht Ihrer Steckernorm entsprechen, können Sie diesen auswechseln.

Ziehen Sie dazu den aufgesteckten Adapter einfach ab und wechseln Sie ihn gegen den gewünschten Adapter aus.

Hinweis:
Der Steckeradapter ist nicht zum häufigen Wechseln geeignet.

3.2 Sensoren

3.2.1 SIDSP®-Technologie

SIDSP® ist eine von ElektroPhysik entwickelte, weltweit führende Technologie für Schichtdicken-Sensoren, die neue Maßstäbe in der Schichtdickenmesstechnik setzt.

SIDSP® steht für Sensor-Integrated Digital Signal Processing – digitale Signalverarbeitung innerhalb des Sensors.

Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren werden bei SIDSP® die Anregungssignale für den Messkopf innerhalb des Sensors digital erzeugt und gesteuert. Die vom Messkopf zurückkommenden Signale werden ebenfalls innerhalb des Sensors in digitale Form gewandelt und digital mit 32-bit- Genauigkeit weiterverarbeitet, und zwar bis zum fertigen Schichtdickenwert. Hierbei kommen modernste Methoden der digitalen Signalverarbeitung zum Einsatz. Hierdurch wird eine Signalqualität und Präzision erreicht, die in der konventionellen, analogen Signalverarbeitung undenkbar ist.

SIDSP®-Sensoren sind extrem störunempfindlich.

Alles, was mit Messsignalen zu tun hat, erledigt SIDSP® „direkt vor Ort“, d.h. innerhalb des Sensors, in unmittelbarer Nähe des Sensorkopfs. Störungen auf analogen Messsignalen durch die Übertragung über das Sensorkabel gehören der Vergangenheit an, denn bei SIDSP® findet eine Übertragung von Messsignalen über das Sensorkabel nicht mehr statt. Das Sensorkabel versorgt lediglich den Sensor mit Strom und überträgt die komplett fertigen Schichtdickenwerte in digitaler Form und damit störungsfrei zum Gerät.

Durch die digitale Signalverarbeitung werden die Messsignale weitestgehend von den Rauscheinflüssen befreit, die bei jedem physikalischen Messvorgang zwangsläufig auftreten. Das Ergebnis sind extrem kleine, mit analogen Verfahren unerreichbare Streuungen der Messwerte, womit sehr verlässliche Messergebnisse erreicht werden. Dies zeigt sich besonders bei Messungen im Stativ, das sicherstellt, dass immer am exakt gleichen Punkt auf dem Messobjekt gemessen wird. Die Messergebnisse sind hier bei wiederholten Messungen an demselben Teil praktisch keinen Schwankungen mehr unterworfen. 10 aufeinanderfolgende Messergebnisse mit exakt demselben Wert sind keine Seltenheit. Die guten Ergebnisse im Stativ lassen sich auch auf den Einzelmessbetrieb ohne Stativ übertragen. Die Verlässlichkeit der Messwerte wird gegenüber analogen Verfahren wesentlich gesteigert.

3.2.2 Sonstige Eigenschaften

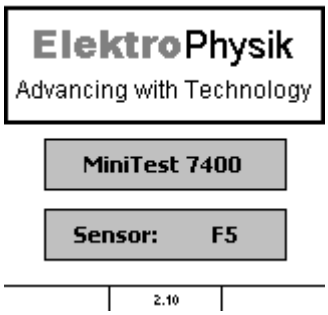
Die Sensoren verfügen über einen extrem verschleißfesten Sensorpol, der auch für harte Beschichtungswerkstoffe gut geeignet ist.

Es stehen wechselbare Sensoren für unterschiedliche Messbereiche und Anwendungen zur Verfügung (siehe Kapitel 14.3.2).

4. Arbeiten mit der Bedienoberfläche

4.1 Einschalten/Start-Bildschirm

Nach dem Einschalten des Gerätes erscheint im Display das Firmenlogo, die Geräteversion und der angeschlossene Sensortyp.



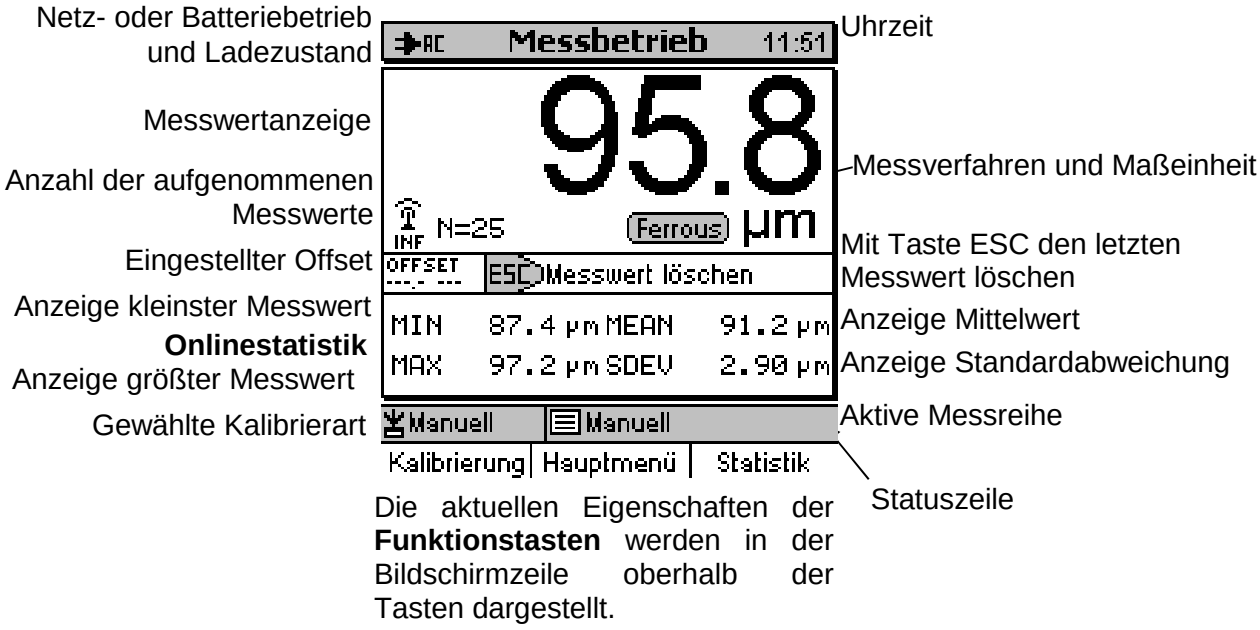
Bei angeschlossenen FN-Sensoren besteht die Möglichkeit, das Messverfahren auszuwählen, solange noch keine Messwerte aufgenommen wurden:

- Taste „↑“: „Ferrous“ (F = magnetinduktives Verfahren)
- Taste „↓“: „Non-Ferrous“ (N = Wirbelstromverfahren);
- Taste „**OK**“ oder automatisch nach ca. 5 Sek. Übergang in den Auto F/N-Modus (automatische Umschaltung zwischen magnet-induktivem Verfahren und Wirbelstromverfahren, abhängig vom Messobjekt).

Die letzte aktive Messreihe kann (Ausnahme „Direct Mode“), nach Bestätigung einer Abfrage, fortgesetzt werden.

4.2 Messbetrieb-/Statistik-Bildschirme

4.2.1 Messbetrieb –Bildschirm mit numerischer Darstellung



Die aktuellen Eigenschaften der **Funktionstasten** werden in der Bildschirmzeile oberhalb der Tasten dargestellt.

4.2.2. Online-Statistik

Während der Messwertaufnahme wird in einem separaten Fenster auf dem Messbildschirm die aktuelle Statistik der aktiven Messreihe angezeigt.

4.2.3 Statistik-Bildschirme

Die aktuellen Eigenschaften der **Funktionstasten** werden in der Bildschirmzeile oberhalb den Tasten dargestellt.

Weitere Statistikdarstellungen, siehe Kapitel 8.3

4.3 Menüs

Das Gerät verfügt über zahlreiche Funktionen, die in hierarchisch angeordneten Menüs untergebracht sind.
Betätigen Sie die Funktionstaste „**Hauptmenü“**, um auf das Menüsystem zuzugreifen.

Wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ einen Menüpunkt aus, z.B. „Statistik“, und bestätigen Sie mit der Taste „OK“. Der gewählte Menüpunkt wird aufgerufen.

Wenn der aufgerufene Menüpunkt ein Untermenü ist z.B. „Einstellungen“, können Sie wiederum mit den Tasten „↑“ oder „↓“ einen Menüpunkt auswählen, z.B. „Datum/Uhrzeit“, und mit „OK“ aufrufen.
Durch Drücken von „ESC“ kommen Sie in die vorherige Menüebene zurück.

In den untergeordneten Menüs können entweder:
a) Menüpunkte nur eingesehen werden, wie z.B. Kenndaten
b) vorgegebene Parameter gewählt werden oder
c) numerische oder alphanumerische Eingaben vorgenommen werden.

4.3.1 Auswahl-Parameter einstellen

Wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ einen Menüpunkt aus, z.B. „Sprache“, und bestätigen Sie mit der Taste „OK“. Der gewählte Menüpunkt wird aufgerufen. Jetzt können Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“die Liste der vorgegebenen Parameterwerte durchlaufen und den gewünschten Wert, z.B. „Deutsch“, auswählen. Durch Betätigen der Taste „OK“ wird der ausgewählte Wert als Einstellung übernommen; wollen Sie den alten Parameterwert wieder herstellen, drücken Sie die Taste „ESC“.

4.3.2 Eingabe numerischer Parameter

In Menüpunkten, in denen eine numerische Eingabe möglich ist, werden im Eingabefeld der Wert und die Maßeinheit eingegeben. Die Befehlstasten „ESC“ und „OK“ wirken hier als Navigationsfunktions-tasten "links" und "rechts". Das nächste einzugebende Zeichen kann über den Navigationstastenblock ausgewählt werden. Nach einer Eingabezeit wird die Ziffer bzw. Maßeinheit übernommen. Die Eingabezeit kann im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ „Eingabezeit“ unter Kapitel 10.5.5 gewählt werden. Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „**Fertig**“. Durch anschließendes Betätigen der Taste „OK“

wird die Einstellung übernommen. Wollen Sie die alte Einstellung wieder herstellen, drücken Sie stattdessen die Taste „ESC“.

4.3.3 Alphanumerische Eingaben beim MiniTest 7400

In Menüpunkten, in denen eine alphanumerischen Eingabe möglich ist,, kann im Eingabefeld ein beliebiger Name aus maximal 15 Zeichen eingegeben werden. Die Befehlstasten „ESC“ und „OK“ wirken hier als Navigationsfunktionstasten "links" und "rechts". Das nächste einzugebende Zeichen kann über den Navigationstastenblock ausgewählt werden. Nach Ablauf einer Eingabezeit wird das Zeichen übernommen. Die Eingabezeit kann im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ „Eingabezeit“ gewählt werden (siehe Kapitel 10.5.5) Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „**Ende**“. Einstellung mit der Taste „OK“ übernehmen. Beenden mit Taste „**OK**“.

5. Messbetrieb

5.1 Wichtige Hinweise zur Schichtdickenmessung

Um die in dieser Bedienungsanleitung aufgeführten Hinweise und Ausführungen richtig anwenden zu können, sind Grundkenntnisse im Umgang mit Schichtdickenmessgeräten und den daraus resultierenden messtechnischen Erfordernissen von Vorteil, insbesondere zu den folgenden Themen:

- Wahl des geeigneten Messverfahrens und Sensors
- Grundlagen der elektromagnetischen Messverfahren
- Beeinflussung durch Magnetfelder und Umgebungseinflüsse
- Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit (Rauheit, Geometrie, Sauberkeit) des Messobjekts auf die Messung
- Statistische Auswertungsmethoden von Messreihen

5.1.1 Interpretation der Messwerte

Die Aussagen der Schichtdickenmessung betreffen nur die gemessenen Stellen des Messobjekts. Es ist daher größte Vorsicht angebracht, falls Rückschlüsse von den Ergebnissen der gemessenen Bereiche auf die nicht gemessenen Bereiche des Messobjektes gezogen werden sollen. Solche Rückschlüsse sind in der Regel nur dann erlaubt, wenn umfangreiche Erfahrungen mit den zu prüfenden Messobjekten vorliegen und bewährte Methoden zur statistischen Datenerfassung und Auswertung zur Verfügung stehen.

5.2 Notwendige Einstellungen

Vor der Messung sind einige Einstellungen im Hauptmenü „Datenbank“ und im Untermenü „Messreihe“ vorzunehmen.

5.2.1 Messreihe

Messwerte werden bei MiniTest 7400 grundsätzlich zu Messreihen zusammengefasst. Eine Messreihe muss zunächst in der Datenverwaltung angelegt und mit einem Namen versehen werden. Der Messreihennahme wird im Messbildschim angezeigt. Neu aufgenommene Messwerte werden immer in die momentan aktive Messreihe eingefügt und gespeichert. Die aktive Messreihe wird beim Ausschalten im Gerät vermerkt und kann beim Wiedereinschalten (Ausnahme „Direct Mode“), nach einer Bestätigungsabfrage, fortgesetzt werden.

Im Zusammenhang mit Messreihen sind folgende Aktionen möglich:

- Weitermessen in der aktiven Messreihe
- Einrichten einer neuen Messreihe in der Datenbank (siehe Kapitel 7.2.4)
- Auswählen einer bestehenden Messreihe aus der Datenbank (siehe Kapitel 7.2.5)

Wählen Sie eine der genannten Aktionen aus, um die aktive Messreihe für die nachfolgenden Messungen festzulegen.

5.3 Vorbereitung zur Messung

5.3.1 Kalibrierung

Je nach Anwendungsfall können Sie die Sensoren der Serie MiniTest 7400 auf verschiedene Arten kalibrieren: Die Messgenauigkeit ist abhängig von der gewählten Kalibriermethode.

Es stehen Ihnen verschiedene Kalibriermethoden zur Verfügung (siehe auch Kapitel 6.2):

- Benutzung der Werks-Voreinstellung
- Manuelle Kalibrierung
  - Nullpunkt-Kalibrierung
  - Mehrpunkt-Kalibrierung (Null + 1 - 4 Kalibrierpunkte)
  - Mehrpunkt-Kalibrierung 1 - 4 Kalibrierpunkte (ohne Null)
- Voreingestellte Kalibriermethoden und Arbeitsmethoden SSPC-PA2, „Australisch“, „Schwedisch“, ISO, Rau und PSPC

5.4 Durchführung von Messungen

5.4.1 Freihandmessung

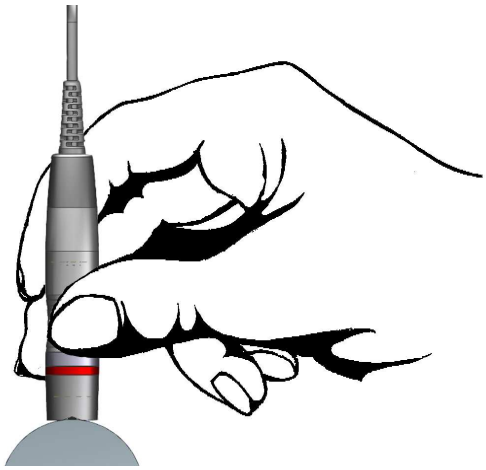
Alle Sensorsysteme sind federnd ausgeführt. Je nach Sensortyp ist eine Innen- oder Außenfederung vorhanden. Die Konstruktionen gewährleisten ein sicheres und kippfreies Aufsetzen auf das Messobjekt bei konstanter Auflagekraft. Die V-Nut ermöglicht zuverlässige Messungen auf zylindrischen Teilen.

Zur Schichtdickenmessung wird der Sensor auf das Messobjekt aufgesetzt. Unmittelbar nach dem Aufsetzen erscheint der Messwert auf der Messwert-Anzeige und wird im Messmodus „Einzelwert“ gleichzeitig in die Statistik übernommen. Nach kurzem Abheben ist der Sensor bereit für die nächste Messung.

Im Messmodus „kontinuierlich“ wird der Messwert kontinuierlich angezeigt, solange der Sensor aufgesetzt bleibt; Sie können den momentan angezeigten Messwert durch Betätigen von „OK“ in die Statistik übernehmen.

Bitte beachten Sie, dass bei schleifenden Bewegungen auf dem Messobjekt der Sensorpol einem erhöhten Verschleiß unterliegt, der, wie bei allen Präzisionsmessgeräten, im Hinblick auf die Erhaltung der guten messtechnischen Eigenschaften vermieden werden sollte. Weiterhin besteht hierbei die Gefahr einer Beschädigung des Messobjekts durch Schleifspuren oder Kratzer.

Setzen Sie also den Sensor immer senkrecht auf, halten Sie ihn während der Messung ruhig und heben Sie ihn nach Beendigung der Messung wieder senkrecht ab.



5.4.2 Messung mit Präzisions-Messstativ

Für die Messung auf kleinen Teilen und kleinen Geometrien empfehlen wir die Verwendung eines Präzisions-Messstativs.

5.4.3 Messung von Duplex-Schichten

Zur Verbessung des Korrosionsschutzes und aus Designgründen wird vielfach Stahl verzinkt und zusätzlich lackiert. Mit den Sensoren FN1.5 und FN5 können die Gesamtschichtdicke (Einstellung in der Messreihe für Substrat „Ferrous“) und die Dicke der Lackierung (Einstellung in der Messreihe für Substrat „Non-Ferrous“) gemessen werden. Durch Differenzbildung erhalten Sie die Dicke der Zinkschicht.

Überprüfen Sie in der Einstellung „Non-Ferrous“ den Nullwert an einem verzinkten, aber noch nicht lackierten Messobjekt an den vorgesehenen Messpunkten. Ist der Nullwert ausreichend gleichmäßig (Richtwerte: bei FN1.5 ± 2µm, bei FN5 ± 3µm), kann eine Duplexmessung erfolgreich durchgeführt werden. Dies ist typischerweise ab einer **Zinkschichtdicke** von **70 µm** der Fall.

Eine andere Eignungsprüfung für die Duplexmessung kann mit Hilfe eines Präzisions-Standards durchgeführt werden. Führen sie eine Nullpunkt-Kalibrierung (6.2.2.1) oder Zweipunkt-Kalibrierung (6.2.2.2) in der Einstellung „Non-Ferrous“ auf dem verzinkten noch nicht lackierten Messobjekt durch. Legen Sie ein Präzisionsstandards, die Dicke des Präzisionsstandards sollte in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke sein, an den vorgesehenen Messpunkten auf und führen jeweils

1-3 Messungen durch. Ist die Schichtdickenberechnung innerhalb der geforderten Messunsicherheit kann eine Duplexmessung erfolgreich durchgeführt.

Schichtdicke D = $X \pm s \pm u$

Beispiel:

Messwerte: 104,4µm, 107,4µm, 105,2µm, 108,8µm, 105µm, 108µm, 106µm, 108,2µm, 108,6µm, 107,8µm

Mittelwert: X = 106,94µm

Standardabweichung: s = ± 1,63µm

Messunsicherheit: u = ± (0,75% v. Messwert + 1µm)*

* abhängig vom verwendeten Sensortyp und bezogen auf die mitgelieferten Standards unter Laborbedingungen

D = 106,94 µm ± 1,63 µm ± (0,8 µm + 1µm) = **106,94 µm ± 3,43µm**

5.4.4 Messwertblockung

Messungen können zufälligen Fehlern unterliegen, diese treten unter anderem bei Messungen auf rauen, zum Beispiel gestrahlten Substratoberflächen auf. In Abhängigkeit der Position des Sensorpols relativ zu den Gipfeln und Tälern der rauen Oberfläche ergeben sich unterschiedliche Messwerte.

Der Einfluss dieser zufälligen Fehler kann durch eine höhere Anzahl von Einzelmessungen reduziert werden. Hier findet die Messwertblockung Anwendung.

Im MiniTest 7400 können aufeinanderfolgende Einzelmesswerte einer Messreihe zu Blöcken jeweils gleicher Größe zusammengefasst werden (Messwertblockung). Die Anzahl der Einzelmesswerte pro Block ist von 1 bis 100 einstellbar.

Zu jedem Block wird eine Block-Statistik geführt. Die normkonformen Betriebsarten „ISO“, „SSPC“, „Schwedisch“ und „Australisch“ erfordern das Arbeiten mit Messwertblockung und Block-Statistik und legen z.T. die Blockgröße fest.

Für eine Einzelwert-Statistik (Statistik über alle in der Messreihe vorhandenen Messwerte) ist die Blockgröße 1 einzustellen.

Die Einstellung erfolgt in 10.5.3 Konfiguration einer Messreihe.

Siehe auch „8.3.1 Messreihen-Statistik bei ausgeschalteter Messwertblockung ansehen“ und 8.3.5 Messreihen-Statistik bei eingeschalteter Messwertblockung ansehen.

5.5 Fehler beim Messen

Nach dem Kalibrieren des Sensors können im Messbetrieb Messungen durchgeführt werden. Es werden genaue Schichtdickenwerte gemessen, solange die im betreffenden Sensor-Datenblatt aufgeführten Randbedingungen eingehalten werden (siehe auch Kapitel 6.1 Kalibrierung „Allgemeines“ und Kapitel 14 „Technische Daten“).

5.6 Messungen auf heißen Oberflächen (HT-Betrieb)

Das Messsystem MiniTest 7400 (Gerät + Sensor) ist für eine maximale Betriebstemperatur von 60 °C ausgelegt. Beim Gerät ergibt sich die aktuelle Betriebstemperatur aus der Umgebungs-lufttemperatur. Beim Sensor geht jedoch auch die Oberflächentemperatur des Messobjekts entscheidend in die aktuelle Betriebstemperatur ein, da während der Berührung mit dem Messobjekt ein Wärmeübergang vom Messobjekt auf den Sensor stattfindet.

Messungen auf Messobjekten mit einer Oberflächentemperatur, die höher ist als die spezifizierte Sensor-Betriebstemperatur, sind zulässig, wenn die nachfolgend beschriebenen Regeln eingehalten werden.

Das kurz nach dem Aufsetzen des Sensors (innerhalb von 1 s) erzeugte akustische Quittierungssignal zeigt an, dass die Messung beendet ist; der Sensor muss unmittelbar danach vom Messobjekt abgehoben werden, um die auf den Sensor übertragene Wärmemenge möglichst gering zu halten. Die Verweildauer im aufgesetzten Zustand sollte nicht länger als 1 s sein.

Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen muss bei heißen Messobjekten eine Wartezeit (Erholzeit) eingehalten werden, damit der Sensor sich wieder abkühlen kann. Die Zeitdauer ist aus der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Bei Einhaltung der Erholzeiten können beliebig viele aufeinanderfolgende Messungen durchgeführt werden.

In Messpausen darf der Sensor nicht auf heißen Gegenständen abgelegt werden, da er sich u.U. bis auf deren Temperatur aufheizen kann. Ebenfalls sollte der Sensor nicht in der unmittelbaren Nähe von heißen Objekten abgelegt werden, da bei hohen Temperaturen auch durch Wärmestrahlung ein erheblicher Wärmeenergietransport erfolgt.

Erforderliche Erholzeiten im HT-Betrieb						
Temperatur / °C	100	150	200	250	300	350
Erholzeit / s	1	2.5	6	12	20	30

6. Kalibrierung

6.1 Allgemeines

Um den Genauigkeitsanforderungen der Messaufgabe gerecht zu werden, können die angeschlossenen Sensoren an bis zu 5 Punkten (inkl. Nullpunkt) kalibriert werden. Weiterhin unterstützt das Gerät durch vordefinierte Kalibrier- und Arbeitsmethoden die Anwendungsnormen ISO 19840, SSPC, „Schwedisch“, „Australisch“, „PSPC“ und das Messen auf rauen Oberflächen.

MiniTest 7400 verfügt über zahlreiche Kalibriermethoden für verschiedene Anwendungen, Messprozeduren oder Einhaltung von Normen. Die gewünschte Kalibriermethode wird bei der Einrichtung und der Konfiguration einer Messreihe ausgewählt. Die Kalibrierung kann direkt nach der Einrichtung der Messreihe oder später über die Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb durchgeführt werden. Solange keine Messwerte in der gewählten Messreihe gespeichert sind, kann die Kalibriermethode geändert werden.

Die Kalibrierung wird immer in der momentan aktiven Messreihe durchgeführt und ist mit dieser Messreihe fest verbunden.

Beachten Sie die folgenden Punkte, um eine optimale Kalibrierung zu gewährleisten:

- Das Kalibrieren ist eine wichtige Voraussetzung zum genauen Messen. Die Kalibrierung wird auf einem Kalibrierobjekt durchgeführt, das mit dem späteren Messobjekt in Gestalt und Substrat-Material möglichst gut übereinstimmen sollte. Grundsätzlich gilt: je besser das Kalibrierobjekt mit dem Messobjekt übereinstimmt, desto genauer wird die Kalibrierung und damit auch die darauf folgende Messung.
- Kalibrier- und Messobjekt sollten in folgenden Punkten übereinstimmen:
  - Krümmungsradius der Oberfläche
  - Eigenschaften des Substratwerkstoffs (magnetische Permeabilität bzw. elektrische Leitfähigkeit; am besten: identisches Material)
  - Dicke des Substratwerkstoffs
  - Größe der Messfläche
- Vor dem Kalibrieren müssen die Kalibrierstelle, der Sensorpol und das zu verwendende Präzisionsstandard von Fett, Öl, Metallspänen usw. gesäubert werden. Jeder Fremdkörper und jede Verschmutzung verfälschen die Kalibrierung.
- Die Kalibrierposition auf dem Kalibrierobjekt und die Messposition auf dem Messobjekt sollten immer gleich sein. Bei Kleinteilen bzw. an Kanten und Ecken müssen sie gleich sein. Um diese Bedingung bei Kleinteilen hinreichend gut zu erfüllen, wird die Benutzung eines Mess-Stativs empfohlen.
- Während der Kalibrierung dürfen keine außergewöhnlich starken Fremd-Magnetfelder auf den Sensor wirken.
- Je näher der Dickenwert des Präzisionsstandards an der erwarteten Schichtdicke des Messobjekts liegt, desto genauer wird die Kalibrierung und damit auch die Messung.
- Zur Messung von dickeren Beschichtungen aus NE-Metall auf Substraten aus Stahl oder Eisen mit dem magnetinduktiven Messverfahren (möglich mit den Sensoren F1.5, FN1.5, F5, FN5, F15 oder F35) muss eine Mehrpunktkalibrierung durchgeführt werden. Die Schichtdickenstandards müssen aus dem gleichen Metall sein wie die zu messende Schicht.
- Bitte achten Sie bei Präzisionsstandards in Folien-Ausführung darauf, dass beim Kalibrieren die Folien immer so aufliegen, dass unter der Folie durch Krümmung kein Luftspalt entsteht. Ein Luftspalt führt zu einer fehlerhaften Kalibrierung. Sollten die Folien also ggf. eine leichte Krümmung aufweisen, so legen Sie diese immer mit der Krümmung nach unten auf das Substrat (s. Abbildung).

- Behandeln Sie die Präzisionsstandards sorgfältig. Jede durch Verschleiß entstandene Abweichung der Dicke vom aufgedruckten Wert führt zu einem ebenso großen Fehler beim späteren Messen. Vermeiden Sie ein Falten insbesondere dünner Folien-Präzisionsstandards. Die entstehenden Knicke führen zu Luftspalten und damit zu einer ungenauen Kalibrierung. Halten Sie die Präzisionsstandards sauber und frei von Öl, Fett und Staub. Verschmutzungen vergrößern die wirksame Dicke beim Kalibrieren und führen so zu einem späteren Messfehler von der gleichen Größe wie die Dicke der Verschmutzung. Zur Orientierung: bereits ein Fingerabdruck erzeugt eine zusätzliche Dicke von einigen µm.

Achtung:

Wenn sich das Gerät während des Kalibriervorgangs infolge erschöpfter Batterien/Akkus ausschaltet, müssen Sie (nach dem Einsetzen neuer Batterien/Akkus) die Kalibrierung wiederholen.

6.2 Verfügbare Kalibriermethoden

Je nach Anwendungsfall können Sie den Sensor nach verschiedenen Methoden kalibrieren. Die gewählte Kalibriermethode bestimmt die erzielbare Messgenauigkeit und den Anwendungsbereich. Detaillierte Angaben siehe Sensor-Spezifikationen, Kapitel 15.2.

6.2.1 Werks-Voreinstellung

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Werk“**.
In dieser Betriebsart werden die während der Produktion des Geräts ermittelten Kenndaten und Kennlinien ohne Korrektur und Anpassung an das Messobjekt benutzt. Für Standard-Anwendungsfälle (ebene oder nahezu ebene Flächen, Standard-Untergrundwerkstoffe, große verfügbare Messfläche) erhält man hiermit u.U. bereits hinreichend gute Ergebnisse. Die im Einzelfall tatsächlich erzielbare Genauigkeit sollte jedoch anhand eines identischen Messobjekts ohne Beschichtung oder mit bekannter Schichtdicke vor Beginn einer Messreihe ermittelt und bewertet werden. Sind die Abweichungen zu groß, ist eine Kalibrierung (s.u.) notwendig. Die Werks-Voreinstellung kann auch zur Durchführung von schnellen, orientierenden Messungen, bei denen die Genauigkeit nur eine untergeordnete Rolle spielt, eingesetzt werden.
Solange keine Kalibriermethode gewählt bzw. die zugehörige Kalibrierprozedur nicht durchgeführt wurde, ist immer die Werks-Voreinstellung aktiv.

6.2.2 Manuelle Kalibriermethoden

6.2.2.1 Nullpunkt-Kalibrierung

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Manuell“**.

Kalibrierpunkt: Nullpunkt (direkt auf dem Substrat).

Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. Es wird nur ein Kalibrierpunkt direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) aufgenommen.
Die Nullpunkt-Kalibrierung ist eine schnell durchzuführende Kalibrierung mit einer hinreichend guten Genauigkeit.

6.2.2.2 Zweipunkt-Kalibrierung

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Manuell“**.

Kalibrierpunkte: Nullpunkt (direkt auf dem Substrat) und auf einem Präzisionsstandard

Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. Es werden zwei Kalibrierpunkte aufgenommen: direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) und unter Verwendung eines aufgelegten Präzisionsstandards. Die Dicke Präzisionsstandards sollte in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke sein.
Diese Kalibriermethode liefert eine bessere Genauigkeit als die Zero-Kalibrierung. Die Ergebnisse sind optimal, wenn der Wert des Präzisionsstandards in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke des Messobjektes liegt.

6.2.2.3 Mehrpunkt-Kalibrierung

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Manuell“**.

Kalibrierpunkte: Nullpunkt (direkt auf dem Substrat) und auf zwei bis vier Präzisionsstandards.

Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. Es werden drei bis fünf Kalibrierpunkte aufgenommen: direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) und unter Verwendung von zwei bis vier Präzisionsstandards. Idealerweise liegen die Werte der Präzisionsstandards gleichmäßig verteilt über den erwartenden Schichtdickenbereich.

Diese Kalibriermethode wird angewendet, wenn über einen größeren Schichtdickenbereich mit hoher Genauigkeit gemessen werden soll.

6.2.2.4 Zweipunkt-Kalibrierung ohne Nullpunkt

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„ Manuell“**.

Kalibrierpunkte: auf zwei Präzisionsstandards (kein Nullpunkt).

Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. Es werden zwei Kalibrierpunkte unter Verwendung zweier Präzisionsstandards aufgenommen. Der Wert des ersten Präzisionsstandards sollte kleiner, der Wert des zweiten Präzisionsstandards größer sein als die zu erwartende Schichtdicke. Ein Kalibrierpunkt direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) wird nicht aufgenommen.

Dies ist eine spezielle Kalibriermethode zur Anwendung auf rauen Oberflächen. Auf rauen Substraten weisen direkt auf dem Substrat aufgenommene Kalibrierpunkte (Nullpunkte) bedingt durch die Rauheit starke Schwankungen auf, wodurch die Gesamtgüte der Kalibrierung eher verschlechtert als verbessert würde. Daher ist es besser, hier den Nullpunkt wegzulassen.

6.2.3 Fest vorgegebene, menügeführte Kalibriermethoden

6.2.3.1 Allgemeines

Für alle vorgegebenen, menügeführten Kalibriermethoden gilt:

Die Auswahl der gewünschten vorgegebenen Kalibriermethode erfolgt bei der Konfiguration einer Messreihe. Erfolgt die Konfiguration der Messreihe mit Hilfe des Konfigurationsassistenten, wird nach Abschluss die menügeführte Kalibrierung eingeleitet. Solange die Kalibrierung nicht komplett abgeschlossen wurde, sind nur die bis dahin kalibrierten Punkte aktiv und in der Statuszeile im Display blinkt die Anzeige „CAL“ im Wechsel mit der eingestellten Kalibrierart.

6.2.3.2 Kalibrierung nach ISO (EN ISO 19840)

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„ISO“**.

Kalibrierpunkte: direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) und auf zwei Präzisionsstandards

Diese Norm ist nicht anwendbar, wenn die Sollschichtdicke weniger als 40 µm beträgt.
Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. Es werden drei Kalibrierpunkte aufgenommen: direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) und unter Verwendung zweier passender Präzisionsstandards, wobei der Wert des ersten Präzisionsstandards unterhalb und der Wert des zweiten Präzisionsstandards oberhalb der zu erwartenden Schichtdicke liegen muss.

Zur Kompensation des Einflusses der Rauheit auf die Messung ist ein vom vorliegenden Rauheitswert abhängiger Korrekturwert „Rauheit“ entsprechend der untenstehenden Tabelle anzuwenden, alternativ kann auch ein spezieller Korrekturwert ermittelt und eingestellt werden (gemäß „Methode A“ 6.3.2). Falls die Rauheit nicht bekannt und kein Muster vorhanden ist, wird ein Korrekturwert von 25 µm verwendet.

Bei der Schichtdickenmessung ist eine je nach Größe der Inspektionsfläche festzulegende Anzahl von Messungen durchzuführen; die Mindestanzahl beträgt 5 Messwerte.

Eine Blockstatistik von 5 Messwerten pro Block ist vordefiniert; bei größeren Flächen kann die Anzahl der Messwerte pro Block angepasst werden.

Rauheits-Profil gemäß ISO 8503-1	Korrekturwert (Rauheit) µm
Fein	10
Mittel	25
Grob	40

6.2.3.3 Kalibriermethode „Rau“

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Rau“**

Kalibrierpunkte: auf zwei Präzisionsstandards (kein Nullpunkt).

Diese Kalibriermethode findet Anwendung auf rauen, z.B. gestrahlten, Messobjekten.

Es werden zwei Kalibrierpunkte unter Verwendung zweier passender Präzisionsstandards aufgenommen, wobei der Wert des ersten Präzisionsstandards unterhalb und der Wert des zweiten Präzisionsstandards oberhalb der zu erwartenden Schichtdicke liegen muss. Ein Kalibrierpunkt direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) wird nicht aufgenommen.

Bei der Verwendung von Präzisionsstandards kann ein Kalibrierwert aus mehreren Präzisionsstandards zu jeweils max. 50 µm zusammengesetzt werden, um eine bessere Anpassung an die Oberflächenwelligkeit und –rauheit zu erzielen (dünne Präzisionsstandards biegen sich leichter und passen sich daher besser an). Im anschließenden Messbetrieb wird die mittlere Schichtdicke aus 5...10 Einzelwerten berechnet.

6.2.3.4 Kalibriermethode „Schwedisch“ (SS 18 41 60)

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Schwedisch“**.

Kalibrierpunkte: auf zwei Präzisionsstandards (kein Nullpunkt).

Es werden zwei Kalibrierpunkte unter Verwendung zweier passender Präzisionsstandards aufgenommen, wobei der Wert des ersten Präzisionsstandards unterhalb und der Wert des zweiten Präzisionsstandards oberhalb der zu erwartenden Schichtdicke liegen muss. Ein Kalibrierpunkt direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) wird nicht aufgenommen.

Eine Blockstatistik von mindestens 5 Messwerten pro Block ist fest vorgegeben.

6.2.3.5 Kalibriermethode „Australisch“

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„Australisch“** .

Kalibrierpunkte: Nullpunkt (direkt auf dem Substrat) und auf einem Präzisionsstandard.

Es werden zwei Kalibrierpunkte aufgenommen: direkt auf dem Substrat (Nullpunkt) und unter Verwendung eines passenden Präzisionsstandards, wobei der Wert des Präzisionsstandards in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke liegen muss.

Eine Blockstatistik von mindestens 3 Messwerten pro Block ist fest vorgegeben.

- Ist die Schichtdicke kleiner als die dreifache Profilhöhe der Rauheit, muss der Rauheitseinfluss des Substrats berücksichtigt werden.
- Ist das unbeschichtete raue Substrat zugänglich, führen Sie eine Zweipunkt-Kalibrierung (s. Kapitel 6.4.3.3) auf dem unbeschichteten, glatten (ungestrahlten) und sauberen Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durch. Anschließend führen Sie mindestens 10 Messungen auf dem rauen (gestrahlten), noch nicht beschichteten Messobjekt durch. Geben Sie den in der Statistik angezeigten Mittelwert $\bar{x}$ als Rauheitswert in der Konfiguration der Messreihe ein.
  Der eingegebene Rauheitswert wird automatisch von dem ermittelten Messwert subtrahiert und ergibt die Schichtdicke über den Spitzen.
- Ist das unbeschichtete raue Substrat nicht zugänglich, wird in der Konfiguration für den Parameter „Rauheit“ ein Wert von 1/3 der erwarteten Profilhöhe der Rauheit eingestellt, z.B.: Rauheit = 60µm => Einstellwert für „Rauheit“ = 20 µm.

6.2.3.6 Kalibrierung nach SSPC-PA2

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„SSPC“**.

Diese Methode ist anwendbar auf rauen Substraten, wie sie z.B. durch Strahlen oder Schleifen entstehen.

Fall 1: das Messobjekt ist vollständig beschichtet (Substrat nicht zugänglich)

- Kalibrierpunkte: direkt auf dem Substrat eines Kalibrierobjekts (Nullpunkt) und auf zwei Präzisionsstandards
- Die Kalibrierung wird auf dem unbeschichteten, glatten (ungestrahlten) Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und aus gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt. (siehe Kapitel 6.4.3.4 „Mehrpunkt-Kalibrierung“).
- Eine Blockstatistik von mindestens 3 Messwerten pro Block ist fest vorgegeben.
  Zur Kompensation des Einflusses der Rauheit auf die Messung ist ein Korrekturwert entsprechend der untenstehenden Tabelle anzuwenden. Falls die Rauheit nicht bekannt und kein Muster vorhanden ist, ist ein Korrekturwert von 25 µm zu verwenden.

Rauheits-Profil gemäß ISO 8503-1	**Korrekturwert (Rauheit) µm**
Fein	10
Mittel	25
Grob	40

Fall 2: das Messobjekt ist nicht vollständig beschichtet (Substrat zugänglich)

- Es wird eine Kalibrierung nach Kapitel 6.3.4 \ Methode C oder die vorgegebene Kalibriermethode „Rau“ durchgeführt. Wählen Sie während der Einrichtung der Messreihe die Kalibriermethode „Manuell“ oder „Rau“ aus und definieren Sie eine Blockstatistik von mindestens 3 Messwerten pro Block.

6.2.3.7 Arbeitsmethode PSPC

Anzeige in der Display-Statuszeile: **„PSPC“**.

Mit der Arbeitsmethode „PSPC“ kann der Anwender Schichtdickenmessungen gemäß den 90/10 - Kriterien nach IMO MSC.215(82) durchführen.

Die 90/10 - Kriterien werden eingehalten, wenn 90% aller Messwerte größer oder gleich der nominalen Trockenschichtdicke (NDFT) sind und keiner der restlichen 10% der Messwerte kleiner als 0,9 x NDFT ist.

Nach IMO MSC.215(82) ist für Epoxidharz-Beschichtungen die NDFT 320 µm (andere Beschichtungssyteme: nach Herstellerangaben). Demnach müssen entsprechend den 90/10 - Kriterien, 90% aller Messwerte größer oder gleich 320 µm sein und es darf kein Messwert kleiner als 0,9 x 320µm = 288 µm sein.

Es ist eine manuelle Kalibrierung mit den Kalibrierpunkten Nullpunkt (direkt auf dem Substrat) und auf zwei Präzisionsstandards voreingestellt.

6.3 Gestrahlte und raue Oberflächen

6.3.1 Allgemeines

Zur Entrostung und zwecks guter Haftung des Anstriches wird die Stahloberfläche häufig blank gestrahlt. Die hierbei auftretende Rauheit wirkt sich auf die Schichtdickenmessung physikalisch bedingt messwertvergrößernd aus.

Im folgenden werden einige Regeln angeboten, um den Rauheitseinfluss bei der Schichtdickenmessung weitestgehend auszuschalten.

Zum Kalibrieren als auch für die Ermittlung des mittleren Messwertes sollten 10 oder mehr Einzelmessungen durchgeführt werden, um statistische Schwankungen weitgehend aufzufangen.

Nach Anwendung der unten aufgeführten Regeln wird immer die mittlere Schichtdicke über den Spitzen angezeigt (die Statistik-Funktion kann hierbei hilfreich genutzt werden).

6.3.2 Methode A (für Messobjekte mit einer Rauheit Rz > 20µm)

Stellen Sie bei der Einrichtung der Messreihe die Kalibriermethode „Manuell“ ein.

Kalibrierpunkte: Zero-Kalibrierung und ein Präzisionsstandard

- Führen Sie eine Zweipunkt-Kalibrierung nach 6.4.3.3 durch. Die Kalibrierung wird auf einem unbeschichteten, glatten (ungestrahlten) und sauberen Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt.
- Danach werden mindestens 10 Messungen auf einem rauen (gestrahlten), unbeschichteten Kalibrierobjekt durchgeführt. Bilden Sie aus den Einzelmesswerten den Mittelwert. Geben Sie den Mittelwert als Rauheitswert in der Einstellung „Rauheit“ der Messreihe ein.

Der eingegebene Rauheitswert wird automatisch von dem ermittelten Messwert subtrahiert und ergibt die Schichtdicke über den Spitzen. Es sollten mindestens 10 Messungen auf dem beschichteten, rauen (gestrahlten) Messobjekt durchgeführt werden.

6.3.3 Methode B (für Messobjekte mit einer Rauheit Rz < 20µm)

Stellen Sie bei der Einrichtung der Messreihe die Kalibriermethode „Manuell“ ein.

Kalibrierpunkte: Zero-Kalibrierung und ein Präzisionsstandard

- Führen Sie eine Zweipunkt-Kalibrierung nach 6.4.3.3 durch. Die Kalibrierung wird auf einem unbeschichteten, rauen (gestrahlten) und sauberen Kalibrierobjekt mit gleicher Geometrie und gleichem Werkstoff wie das Messobjekt durchgeführt.

- Führen Sie bei der Kalibrierung mindestens 10 Einzelmessungen auf dem unbeschichteten Kalibrierobjekt und anschließend mindestens 10 Einzelmessungen auf dem Präzisionsstandard durch. Der Kalibrierwert kann aus mehreren Präzisionsstandards zu jeweils max. 50 µm zusammengesetzt werden, um eine bessere Anpassung an die Oberflächenwelligkeit und –rauheit zu erzielen (dünne Präzisionsstandards biegen sich leichter und passen sich daher besser an). Der Kalibrierwert sollte ungefähr der erwarteten Schichtdicke entsprechen.

Bei der Schichtdickenmessung wird die mittlere Schichtdicke aus 5...10 Einzelwerten berechnet.

6.3.4 Methode C

- Kalibrieren mit zwei unterschiedlich dicken Präzisionsstandards. Auch diese Methode liefert zuverlässige Messergebnisse. Es handelt sich um die Zweipunkt-Kalibrierung ohne Nullpunkt nach 6.4.3.5.
- Zur Erzielung einer optimalen Anpassung an die Oberflächenstruktur sollte der jeweilige Folienwert aus mehreren Präzisionsstandards zu jeweils max. 50 µm zusammengesetzt werden (dünne Präzisionsstandards biegen sich leichter und passen sich daher besser an). Die mittlere Schichtdicke wird aus 5...10 Einzelwerten berechnet.

Hinweis:

Bei Schichtdicken über 300 µm ist der Einfluss der Rauheit im allgemeinen nur noch unbedeutend, und es kann auf o.g. Kalibriermethoden verzichtet und mit den Standard-Kalibriermethoden gearbeitet werden.

6.4 Durchführung der Kalibrierung

6.4.1 Allgemeines

Für alle Kalibriermethoden gilt:

Stellen Sie die gewünschte Kalibriermethode bei der Einrichtung der Messreihe ein (siehe Kapitel 7.2.2).

Für alle Kalibriermethoden (außer der Werks-Voreinstellung) gilt:

- Zur Erzielung einer möglichst hohen Genauigkeit bei der Kalibrierung wird empfohlen, für jeden Kalibrierpunkt mehrere Einzelwerte aufzunehmen. Das Gerät bildet automatisch den Mittelwert aus den Einzelwerten. Durch die Mittelwertbildung werden die Einflüsse von Streuungen und Ausreißern verringert.
- Die Kalibrierungen können sowohl im Messmodus „Einzelwert“ als auch im Messmodus „kontinuierlich“ durchgeführt werden.
- Wenn eine Messreihe bereits Messwerte enthält, kann die zur Aufnahme dieser Messwerte benutzte Kalibriermethode in den Messreihen-Konfiguration nicht mehr geändert werden. Es kann jedoch bei der eingestellten Kalibriermethode jeder einzelne Kalibrierpunkt nachkalibriert werden.

6.4.2 Werks-Voreinstellung

Bei eingestellter Werks-Voreinstellung kann nach dem Einrichten der Messreihe (Batch) direkt gemessen werden.

6.4.3 Manuelle Kalibrierung

Der Aufruf der Kalibrierung erfolgt durch Betätigen der Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb oder automatisch nach der Konfiguration der Messreihe, wenn diese mit dem Konfigurationsassistenten eingerichtet wurde.

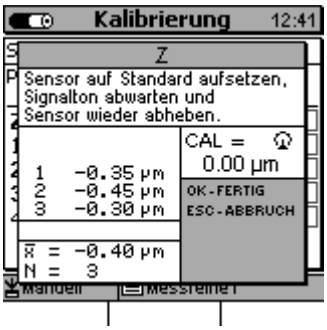
6.4.3.1 Besonderheiten beim Kalibrieren von FN-Sensoren

Wenn bei der Konfiguration der Messreihe das Messverfahren „Auto–F/N“ ausgewählt wurde, kann die Kalibrierung sowohl für das F-System als auch für das N-System durchgeführt werden. Das erste zu kalibrierende Messsystem und den ersten Kalibrierpunkt auswählen. Treffen Sie Ihre Auswahl mit den Tasten „↑“ oder „↓“ und bestätigen Sie mit der Taste „OK“. Nach erfolgter Kalibrierung erscheint wieder die Kalibrierübersicht. Wählen Sie nun das noch ausstehende Messsystem und den Kalibrierpunkt aus, bestätigen Sie wieder mit der Taste „OK“ und führen Sie die Kalibrierung durch. Wenn beide Messsysteme kalibriert wurden, können Sie hier die Kalibrierung mit der Taste „ESC“ beenden und kommen dann in den Messbetrieb zurück.

6.4.3.2 Nullpunkt-Kalibrierung

Die Kalibrierung über die Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb aufrufen.

Das erste zu kalibrierende Messsystem und den ersten Kalibrierpunkt auswählen. Treffen Sie Ihre Auswahl mit den Tasten „↑“ oder „↓“ und bestätigen Sie mit der Taste „OK“.



Nach dem Start der Kalibrierprozedur setzen Sie den Sensor auf ein blankes bzw. unbeschichtetes Kalibrierobjekt auf und heben ihn nach dem Signalton wieder ab (beachten Sie die Hinweise in Kapitel 6.1 „Allgemeines“).

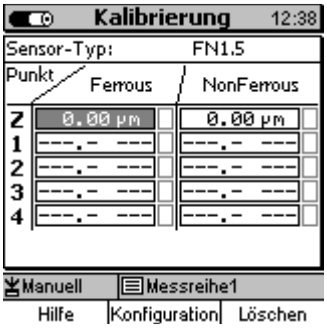
Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal) auf demselben Messpunkt. Es wird der Mittelwert $\bar{x}$ angezeigt. Die Mittelwertbildung verbessert die Genauigkeit der Kalibrierung; je mehr Einzelwerte Sie aufnehmen, desto höher wird die Genauigkeit. Mit der Taste „OK“ wird der Zero-Kalibrierpunkt übernommen.

Es erscheint zur Kontrolle die Liste der kalibrierten Punkte. Mit der Taste „ESC“ kommen Sie zurück in den Messbetrieb (bei einer Auto-F/N-Kalibrierung führen Sie die Kalibrierung in dem noch nicht kalibrierten Messsystem aus).

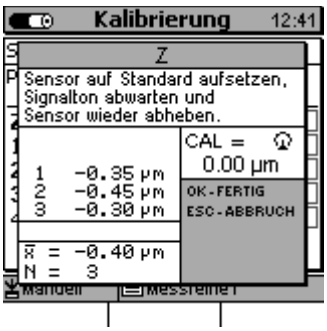
Jeder kalibrierte Punkt wird durch ein „X“ hinter dem Kalibrierwert gekennzeichnet.

6.4.3.3 Zweipunkt-Kalibrierung

Die Kalibrierung über die Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb aufrufen.



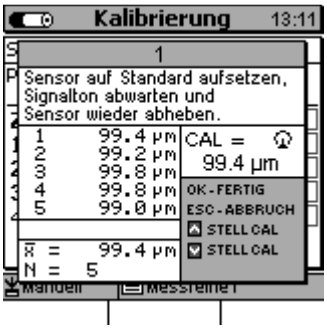
Das erste zu kalibrierende Messsystem und den ersten Kalibrierpunkt auswählen. Treffen Sie Ihre Auswahl mit den Tasten „↑“ oder „↓“ und bestätigen Sie mit der Taste „OK“.



Nach Start der Kalibrierprozedur setzen Sie den Sensor auf ein blankes bzw. unbeschichtetes Kalibrierobjekt auf und heben ihn nach dem Signalton wieder ab (beachten Sie die Hinweise in Kapitel 6.1 „Allgemeines“).

Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal) auf demselben Messpunkt. Es wird der Mittelwert $\bar{x}$ angezeigt. Die Mittelwertbildung verbessert die Genauigkeit der Kalibrierung; je mehr Einzelwerte Sie aufnehmen, desto höher wird die Genauigkeit. Mit der Taste „OK“ wird der Zero-Kalibrierpunkt übernommen.

Nach erfolgter Kalibrierung erscheint wieder die Kalibrierübersicht. Wählen Sie nun den nächsten Kalibrierpunkt aus, bestätigen Sie wieder mit der Taste „OK“ .



Legen Sie ein Präzisionsstandard auf das unbeschichtete Kalibrierobjekt auf, die Dicke des Präzisionsstandards sollte in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke sein, setzen Sie den Sensor auf und heben Sie ihn nach dem Signalton wieder ab. Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal).

Auf dem Display im Feld „CAL“ wird der aktuelle aus den Einzelmesswerten ermittelte Kalibriermittelwert angezeigt. Wurde der Kalibrierpunkt bereits einmal kalibriert, wird der bisherige Kalibrierwert angezeigt. Stimmt der Kalibrierwert mit dem Wert auf dem Präzisionsstandard überein, mit der Taste „OK“ die Kalibrierung abschließen, sonst zur Korrektur eine der Tasten „↑“ oder „↓“ betätigen.

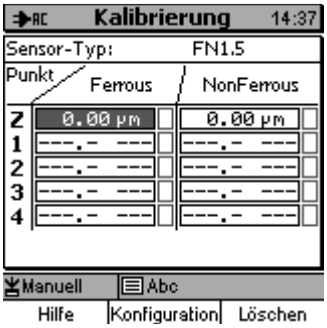
Im numerischen Eingabefeld wird der Wert des Präzisionsstandards und die Maßeinheit eingegeben. Die Befehlstasten „ESC“ und „OK“ haben hier die Navigationsfunktion "nach links" und "nach rechts". Das nächste einzugebende Zeichen kann über den Navigationstastenblock ausgewählt werden. Nach einer Eingabezeit wird das Zeichen übernommen. Die Eingabezeit kann im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ „Eingabezeit“ gewählt werden siehe Kapitel 10.6.5. Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „**Fertig**“.

Es erscheint zur Kontrolle die Liste der kalibrierten Punkte. Mit der Taste „ESC“ kommen Sie zurück in den Messbetrieb (bei einer Auto-F/N-Kalibrierung führen Sie die Kalibrierung in dem noch nicht kalibrierten Messsystem aus).

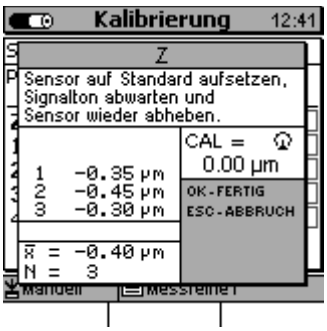
Jeder kalibrierte Punkt wird durch ein „X“ hinter dem Kalibrierwert gekennzeichnet.

6.4.3.4 Mehrpunkt-Kalibrierung

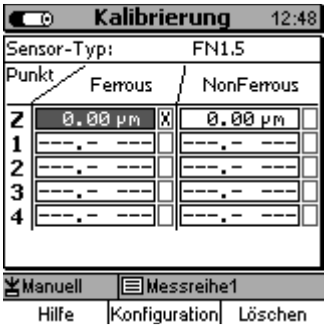
Die Kalibrierung über die Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb aufrufen.



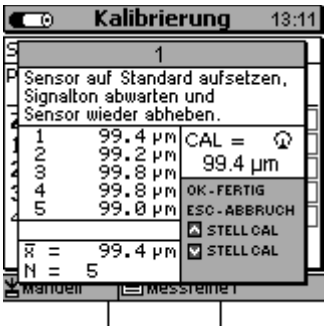
Das erste zu kalibrierende Messsystem und den ersten Kalibrierpunkt auswählen. Treffen Sie Ihre Auswahl mit den Tasten „↑“ oder „↓“ und bestätigen Sie mit der Taste „OK“.



Nach Start der Kalibrierung: setzen Sie den Sensor auf ein blankes bzw. unbeschichtetes Kalibrierobjekt auf und heben ihn nach dem Signalton wieder ab (beachten Sie die Hinweise in Kapitel 6.1 „Allgemeines“).
Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal) auf demselben Messpunkt. Es wird der Mittelwert x̄ angezeigt. Die Mittelwertbildung verbessert die Genauigkeit der Kalibrierung; je mehr Einzelwerte Sie aufnehmen, desto höher wird die Genauigkeit. Mit der Taste „OK“ wird der Zero-Kalibrierpunkt übernommen.



Nach erfolgter Kalibrierung erscheint wieder die Kalibrierübersicht. Wählen Sie nun den nächsten Kalibrierpunkt aus, bestätigen Sie wieder mit der Taste „OK“ .



Legen Sie ein Präzisionsstandard auf das unbeschichtete Kalibrierobjekt auf, setzen Sie den Sensor auf und heben Sie ihn nach dem Signalton wieder ab. Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal).
Auf dem Display im Feld „CAL“ wird der aktuelle aus den Einzelmesswerten ermittelte Kalibriermittelwert angezeigt. Wurde der Kalibrierpunkt bereits einmal kalibriert, wird der bisherige Kalibrierwert angezeigt. Stimmt der Kalibrierwert mit dem Wert auf dem Präzisionsstandard überein, mit der Taste „OK“ die Kalibrierung abschließen, sonst zur Korrektur eine der Tasten „↑“ oder „↓“ betätigen.

Im numerischen Eingabefeld wird der Wert des Präzisionsstandards und die Maßeinheit eingegeben. Die Befehlstasten „ESC“ und „OK“ haben hier die Navigationsfunktion "nach links" und "nach rechts". Das nächste einzugebende Zeichen kann über den Navigationstastenblock ausgewählt werden. Nach einer Eingabezeit wird das Zeichen übernommen. Die Eingabezeit kann im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ „Eingabezeit“ gewählt werden siehe Kapitel 10.5.5. Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „Fertig“.

Nach erfolgter Kalibrierung erscheint wieder die Kalibrierübersicht. Wählen Sie nun den nächsten Kalibrierpunkt aus, bestätigen Sie wieder
mit der Taste „OK“.

Weitere Kalibrierpunkte werden in der gleichen Art und Weise aufgenommen.

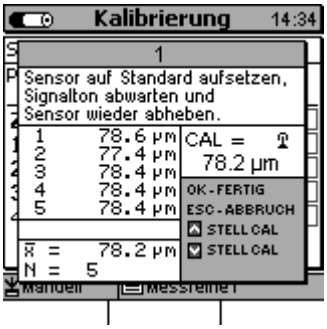
Eine Übersicht über den Fortschritt der Kalibrierung bietet Ihnen die Status-Spalte rechts im Kalibriermenü. Bereits kalibrierte Punkte sind durch ein angekreuztes Kästchen gekennzeichnet.

Nach Eingabe des letzten Kalibrierwertes kann jetzt direkt gemessen werden. Mit der Taste „ESC“ kommen Sie zurück in den Messbetrieb.

6.4.3.5 Zweipunkt-Kalibrierung ohne Nullpunkt

Die Kalibrierung über die Funktionstaste „Kalibrierung“ im Messbetrieb aufrufen.

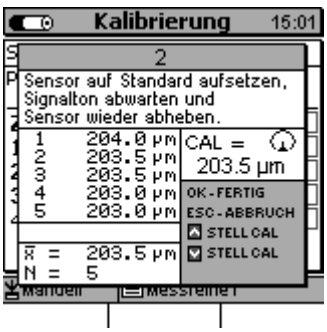
Nach dem Start der Kalibrierung erscheint die Kalbrierübersicht. Wählen Sie den Kalibrierpunkt „1“ mit den Tasten „↑“ oder „↓“ aus, bestätigen Sie mit der Taste „OK“ .



Legen Sie das erste Präzisionsstandard auf das unbeschichtete Kalibrierobjekt auf, setzen Sie den Sensor auf und heben Sie ihn nach dem Signalton wieder ab. Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal).
Auf dem Display im Feld „CAL“ wird der aktuelle aus den Einzelmesswerten ermittelte Kalibriermittelwert angezeigt. Wurde der Kalibrierpunkt bereits einmal kalibriert, wird der bisherige Kalibrierwert angezeigt. Stimmt der Kalibrierwert mit dem Wert auf dem Präzisionsstandard überein, mit der Taste „OK“ die Kalibrierung abschließen, sonst zur Korrektur eine Tasten „↑“ oder „↓“ betätigen.

Im numerischen Eingabefeld wird der Wert des Präzisionsstandards und die Maßeinheit eingegeben. Die Befehlstasten „ESC“ und „OK“ haben hier die Navigationsfunktion "nach links" und "nach rechts". Das nächste einzugebende Zeichen kann über den Navigationstastenblock ausgewählt werden. Nach einer Eingabezeit wird das Zeichen übernommen. Die Eingabezeit kann im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ „Eingabezeit“ gewählt werden siehe Kapitel 10.6.5. Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „Fertig“.

Nach erfolgter Kalibrierung erscheint wieder die Kalibrierübersicht. Wählen Sie nun den Kalibrierpunkt „2“ aus, bestätigen Sie wieder mit der Taste „OK“ .



Legen Sie ein Präzisionsstandard auf das unbeschichtete Kalibrierobjekt auf, setzen Sie den Sensor auf und heben Sie ihn nach dem Signalton wieder ab. Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrfach (3-10 mal).
Auf dem Display im Feld „CAL“ wird der aktuelle aus den Einzelmesswerten ermittelte Kalibriermittelwert angezeigt. Wurde der Kalibrierpunkt bereits einmal kalibriert, wird der bisherige Kalibrierwert angezeigt. Stimmt der Kalibrierwert mit dem Wert auf dem Präzisionsstandard überein, mit der Taste „OK“ die Kalibrierung abschließen, sonst zur Korrektur eine der Tasten „↑“ oder „↓“ betätigen.

Mit der Taste „OK“ wird der Kalibrierpunkt übernommen.

Eine Übersicht über den Fortschritt der Kalibrierung bietet Ihnen die Status-Spalte rechts im Kalibriermenü. Bereits kalibrierte Punkte sind durch ein angekreuztes Kästchen gekennzeichnet.

Nach Eingabe des letzten Kalibrierwertes kann jetzt direkt gemessen werden. Mit der Taste „ESC“ kommen Sie zurück in den Messbetrieb.

6.5 Nachkalibrieren

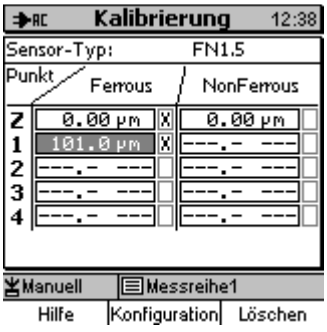
In Ausnahmefällen kann es notwendig sein, dass eine vorhandene Kalibrierung unter Beibehaltung der Kalibriermethode an veränderte Bedingungen angepasst werden muss. Dies ist jederzeit möglich, auch wenn sich in der zugehörigen Messreihe schon Messwerte befinden (Zur Erinnerung: ein Wechsel der Kalibriermethode bei einer bestehenden Messreihe mit vorhandenen Messwerten ist dagegen nicht möglich; siehe 6.4.1).

Wenn Sie beim Nachkalibrieren mit dem Null-Kalibrierpunkt beginnen, erscheint nach der Auswahl des Kalibrierpunktes der nebenstehende Warnhinweis.
Wenn Sie also bei der Nachkalibrierung den Null-Kalibrierpunkt ersetzen, sollten anschließend alle weiteren Kalibrierpunkte überprüft und gegebenenfalls neu aufgenommen werden.
Bestätigen Sie den Warnhinweis mit der Taste „OK“ und durchlaufen Sie die Kalibrierprozedur wie gewohnt, oder durch Betätigen der Taste „ESC“ erfolgt der Rücksprung in die Kalibrierübersicht. Die vorherige Kalibrierung wird weiterbenutzt.

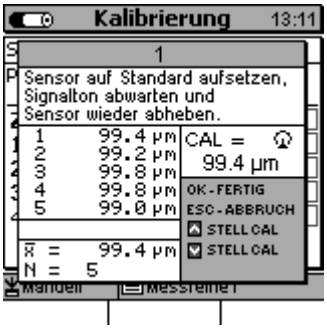
Wird der Null-Kalibrierpunkt nicht neu aufgenommen, sondern übersprungen, erscheint keine Warnmeldung und es werden nur die jeweils neu aufgenommenen Kalibrierwerte ersetzt.

6.6 Kalibrierung unterbrechen oder abbrechen

Eine laufende Kalibrierprozedur kann durch die Taste „ESC“ unterbrochen oder abgebrochen werden. Situationsabhängig können hier zwei unterschiedliche Reaktionen auftreten.



Situation 1: es wurde noch kein Kalibrierwert aufgenommen.
Durch Betätigen der Taste „ESC“ erfolgt der Rücksprung in den Messbetrieb. Die vorherige Kalibrierung wird weiterbenutzt.



Situation 2: es wurde zu einem beliebigen Kalibrierpunkt mindestens ein Kalibrierwert aufgenommen, aber die Kalibrierung für diesen Kalibrierpunkt wurde nicht abgeschlossen (Übernahme mit der Taste „OK“ wurde noch nicht durchgeführt).

Durch Betätigen der Taste „ESC“ erfolgt der Rücksprung in die Kalibrierübersicht. Die vorherige Kalibrierung wird weiterbenutzt.

6.7 Kalibrierung löschen

6.7.1 Kalibrierpunkt löschen

Den zu löschenden Kalibrierpunkt mit den Tasten „↑“ oder „↓“ auswählen.

Funktionstaste „Löschen“ betätigen, mit der Taste „OK“ bestätigen. Abbruch mit der Taste „ESC“. Nach einmaligem Betätigen der Funktionstaste „Löschen“ wird in der Status-Spalte bei dem gelöschten Kalibrierpunkt die Kennzeichnung (X) entfernt, und der Kalibrierpunkt ist gelöscht. Der Kalibrierdickenwert bleibt jedoch bestehen und kann für eine erneute Kalibrierung dieses Punkts mit derselben Dicke benutzt werden. Nach einem weiteren Betätigen der Funktionstaste „Löschen“ wird auch der Kalibrierdickenwert gelöscht, und der Kalibrierpunkt wird aus der Tabelle entfernt. Für eine erneute Kalibrierung dieses Punkts muss dann zunächst ein neuer Kalibrierpunkt angelegt und dann wieder ein passender Kalibrierdickenwert eingegeben werden.

Nach dem Durchlaufen der Kalibrierung können einzelne Kalibrierpunkte gelöscht werden.
Zum Löschen der gesamten Kalibrierung löschen Sie alle einzelnen Kalibrierpunkte.

Wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ den zu löschenden Kalibrierpunkt aus und leiten Sie das Löschen durch Betätigung der Taste "ESC" ein. Es erscheint die nebenstehende Sicherheitsabfrage. Wählen Sie „Ja“ aus, wird der betroffene Kalibrierpunkt gelöscht.

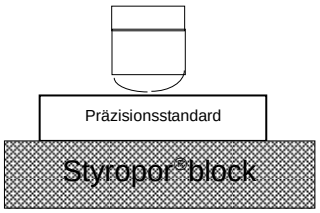
Die nach dem Löschen verbleibenden Kalibrierpunkte werden neu durchnummeriert. Wird zum Beispiel bei einer Mehrpunkt-Kalibrierung der Pkt.1 gelöscht, so wird der ehemalige Pkt. 2 zu Pkt 1.

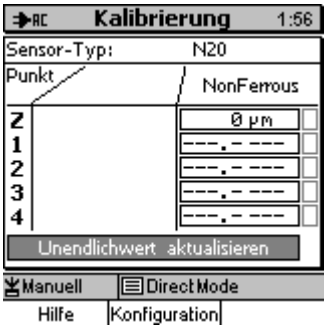
Hinweis: In der Messreihe befindliche Messwerte bleiben auch bei teilweisem oder vollständigem Löschen der Kalibrierpunkte erhalten.

6.8 Kalibrieren und Messen mit dem N20 Sensor

Die Kalibrierung des N20 Sensors verlangt die Berücksichtigung der dielektrischen Stoffeigenschaften des Kalibriernormales und des Schichtdickenwerkstoffes. Aus diesem Grund verfügt dieser Sensortyp über keine automatische Unendlichübernahme. Da der Unendlichwert neben den dielektrischen Stoffeigenschaften aber auch maßgeblich zur Temperaturkompensation beiträgt, ist es wichtig, dass der Unendlichwert in regelmäßigen Abständen aktualisiert wird.

1. Unendlich





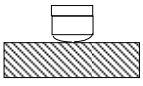
Den Sensor auf das dickere der beigefügten Präzisionsstandards aufsetzen, jedoch ohne Metallunterlage. Um zusätzliche dielektrische Einflüsse zu vermeiden, wird als Unterlage für den Präzisionsstandard zweckmäßigerweise ein Styroporblock® von ca. 3 cm Dicke oder höher verwendet. Im Menü „Kalibrierung“ nun den Punkt „Unendlichwert aktualisieren“ aufrufen. Die Aktualisierung wird durch einen Signalton bestätigt.

2. Kalibrierung

Die Kalibrierung (Kapitel „6. Kalibrierung“) und die Messung (Kapitel „5.4 Durchführung von Messungen) erfolgen in der üblichen Weise.

3. Eliminieren der dielektrischen Störeinflüsse des Schichtwerkstoffes

Sensor auf den Schichtwerkstoff aufsetzen, jedoch ohne Metallunterlage. Im Menü Kalibrierung nun den Punkt „Unendlichwert aktualisieren“ aufrufen. Die Aktualisierung wird *durch einen Signalton bestätigt.*



Hinweis:
Die automatische Kompensation der Temperatureinflüsse ist aufgrund des festen Unendlich nicht mehr wirksam. Die Unendlichkalibrierung sollte deshalb bei Temperaturänderungen ($\Delta\vartheta$>5°C), besser jedoch in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden.

6.9 Kalibrieren und Messen mit dem FN100 Sensor

Für die Wand- bzw. Schichtdickenmessung mit dem FN100 Sensor kann die metallische Unterlage sowohl aus Eisen als auch aus einem Nichteisen-Metall bestehen.

Die Metallfläche soll 30 x 30 cm oder größer sein.

Die kleinste Metallfläche darf bei entsprechender Kalibrierung 18 x 18 cm betragen.

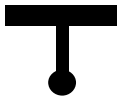
Zur Reduzierung des Fehlers empfiehlt es sich:

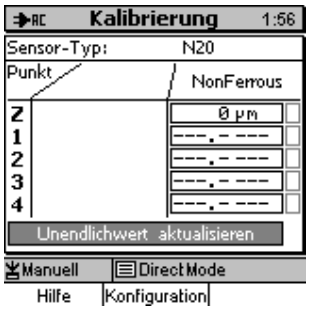
a) zum Kalibrieren ein Distanzstück zu wählen, dessen Wert in der Nähe der zu erwartenden Messdicke liegt (siehe nachstehend beschriebenes Kalibrierverfahren).

b) die Zweipunkt-Kalibrierung mit zwei Distanzstücken durchzuführen. Hierbei sollte die Messdicke zwischen den Werten der beiden Distanzstücke liegen.

1. Unendlich

Sensor in Luft halten.





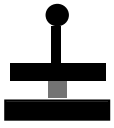
Im Menü Kalibrierung nun den Punkt „Unendlichwert aktualisieren“ aufrufen.

Die Aktualisierung wird durch einen Signalton bestätigt.

2. Kalibrierung

Sensor auf Nullblech aufsetzen.

Nullen



Kalibrieren mittels Distanzstück

Die mitgelieferten Distanzstücke z.B. 50 mm in die Bohrung im Sensorboden bis zum Anschlag einstecken. Der Wert des zu wählenden Distanzstücks sollte in der Nähe der zu erwartenden Messdicke liegen. Sensor mit Distanzstück auf den Messreflektor aufsetzen. Der Sensorboden muss parallel zum Messreflektor gehalten werden.

Das Kalibrieren (Kapitel „6. Kalibrierung“) sowie das Messen (Kapitel „5.4 Durchführung von Messungen“) erfolgt in der üblichen Weise.

3. Eliminieren der dielektrischen Störeinflüsse des Schichtwerkstoffes

Sensor auf den Schichtwerkstoff von mindestens 30 mm Dicke aufsetzen, jedoch ohne Metallunterlage. Im Menü Kalibrierung nun den Punkt „Unendlichwert aktualisieren“ aufrufen. Die Aktualisierung wird durch einen Signalton bestätigt.

Hinweis:
Die automatische Kompensation der Temperatureinflüsse ist aufgrund des festen Unendlich nicht mehr wirksam. Die Unendlichkalibrierung sollte deshalb bei Temperaturänderungen ($\Delta\vartheta$>5°C), besser jedoch in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden.

7. Datenverwaltung

7.1 Messreihen

7.1.1 Allgemeines

Im MiniTest 7400 werden Messwerte, Kalibrierung, Statistik und Einstellparameter als zusammengehöriger Datensatz in Messreihen gespeichert, d.h. in jeder Messreihe gibt es neben den Messwerten eine fest zugeordnete Kalibrierung, fest zugeordnete Parameterwerte und eine auf die Messreihe bezogene Statistik. Wird eine bestehende Messreihe geöffnet, so werden die darin befindliche Kalibrierung und Parameterwerte aktiv.

Die Messreihen werden im Hauptmenü unter dem Menüpunkt „Datenbank“ angelegt. Benutzerdefinierte Verzeichnisse erleichtern hierbei die Übersicht. Unter dem Namen „Direct Mode“ ist eine Messreihe in der Datenbank fest installiert. Diese Messreihe kann nicht gelöscht oder umbenannt werden; sie ist vorgesehen für schnelle, orientierende Messungen, bei denen keine Notwendigkeit zur Archivierung oder Weiterbearbeitung besteht. Die Verzeichnisse und Messreihen können alphanumerisch benannt werden

7.1.2 Speichergröße und -benutzung

MiniTest 7400 verfügt über einen Messwertdatenspeicher für 500 Messreihen und maximal 250.000 Messwerte.

Die Messdatenverwaltung lehnt sich an die Dateiverwaltung des PC an. Die Verwaltung der Daten werden durch eine individuelle Namensvergabe und das Anlegen von Verzeichnisstrukturen erleichtert.

In Verzeichnissen mit bis zu 5 Verzeichnisebenen können insgesamt 500 Messreihen strukturiert angelegt werden. Die Aufteilung des Speichers auf die Messreihen ist frei wählbar. Es ist z.B. möglich, den gesamten Speicher für eine einzige Messreihe zu verwenden. Die Zuteilung des Speichers erfolgt automatisch je nach Bedarf, d.h. die Größe einer Messreihe braucht nicht vorgewählt zu werden.

7.1.3 Parameter

Innerhalb einer Messreihe werden „Kalibriermethode“, „Substrat“, „Messmodus“, „Rauheit“, „Offset“, „Blockgröße“, „Oberer Grenzwert“ und „Unterer Grenzwert“ als Parameter geführt und gespeichert.

Je nach Kalibriermethode sind nicht alle Parameter verfügbar (siehe Tabelle Parameterübersicht).

Beim Aufruf einer konfigurierten Messreihe werden die dort eingestellten Parameter und die zugehörige Kalibrierung geladen und aktiviert.

Grundsätzlich ist jede Messreihe an den Sensor gebunden, mit dem sie eingerichtet wurde. Sie müssen darauf achten, dass Sie vor dem Öffnen einer Messreihe mit bereits vorhandenen Messwerten den zugehörigen Sensor anschließen; anderenfalls erhalten Sie einen Warnhinweis, können in dieser Messreihe bestimmte Änderungen nicht vornehmen und auch keine weiteren Messwerte aufnehmen.

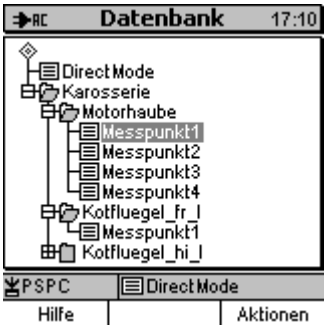
Beispiel: Wurde eine Messreihe mit einem FN5 Sensor eingerichtet, kann diese nicht mit einem FN1.5 Sensor fortgesetzt werden, auch wenn dieser die zu messende Schichtdicke sicher ermitteln würde.

Parameterübersicht

Kalibrier-methode / Parameter	Werks-Voreinstellung	Manuell	ISO	SSPC	Rau	Australisch	Schwedisch	PSPC
Messmodus	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
Rauheit	**x**	**x**	**x**	**x**	**-**	**-**	**x**	**x**
Offset	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
Blockgröße	**-**	**1-100**	**5-100**	**3-100**	**1-100**	**3-100**	**5-100**	**1-100**
oberer Grenzwert	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
unterer Grenzwert	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
Symbol in der Statuszeile	**Werk**	**Manuell**	**ISO**	**SSPC**	**Rau**	**Australisch**	**Schwedisch**	**PSPC**
Auto-FN-Betrieb	**x**	**x**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

7.2 Datenbank

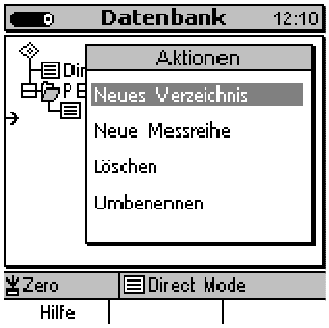
7.2.1 Allgemeines



Die Datenbank dient zur Verwaltung von Verzeichnissen und den zugehörigen Messreihen. In Verzeichnissen mit bis zu 5 Verzeichnisebenen können maximal 500 Messreihen mit unterschiedlichen Kalibriermethoden und Parametern eingerichtet werden und bereits eingerichtete Messreihen ausgewählt und zur (weiteren) Aufnahme von Messwerten oder zur Ausgabe von Statistik-Informationen geöffnet werden.

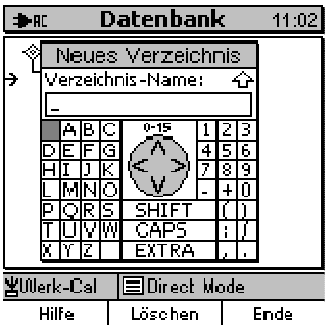
Rufen Sie mit der Funktionstaste „Hauptmenü“ das Hauptmenü und anschließend den vorgewählten Menüpunkt „Datenbank“ mit der Taste „OK“ auf.

7.2.2 Verzeichnis anlegen



Durch Betätigen der Tasten „↑“ oder „↓“ des Navigationstastenblocks kann der Cursor in die jeweilige Richtung bewegt werden. An Stellen, an denen ein Pfeil erscheint, kann eine Messreihe oder ein Verzeichnis angelegt werden.

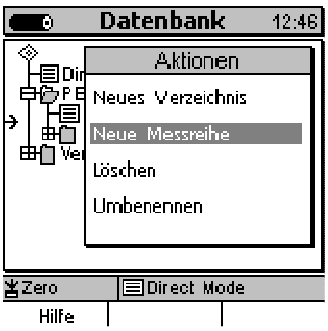
Die Funktionstaste „Aktionen“ betätigen. In dem eingeblendeten Untermenü mit der Taste „OK“ den Menüpunkt „Neues Verzeichnis“ wählen.



In dem alphanumerischen Eingabefeld einen Verzeichnis-Namen eingeben siehe Kapitel 4.4.3 „Alphanumerische Eingaben“.

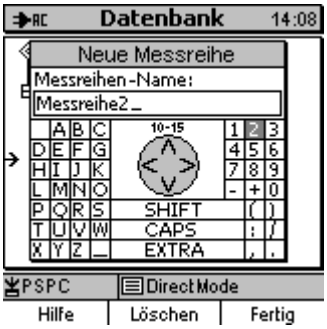
7.2.3 Neue Messreihe einrichten

Hinweis:
Beim ersten Einschalten oder nach einem "Total Reset" ist die Messreihe „Direct Mode“ mit der Werks-Voreinstellung voreingestellt und an den momentan angeschlossenen Sensor gebunden. In diesem Zustand kann direkt gemessen werden.

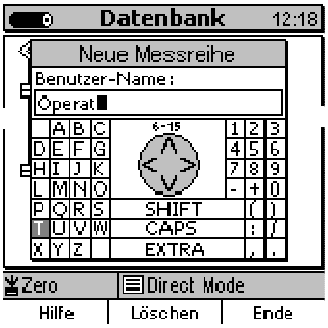


Durch Betätigen der Tasten „↑“ oder „↓“ des Navigationstastenblocks kann der Cursor in die jeweilige Richtung bewegt werden. An Stellen, an denen ein Pfeil erscheint, kann eine Messreihe oder ein Verzeichnis angelegt werden.

Die Funktionstaste „Aktionen“ betätigen. In dem eingeblendeten Untermenü „Neue Messreihe“ wählen und mit der Taste „OK“ bestätigen.



In dem alphanumerischen Eingabefeld einen Messreihen-Namen eingeben (siehe auch Kapitel 4.4.3 „Alphanumerische Eingaben“).



Nachdem der Messreihen-Name eingegeben wurde, erscheint wiederum ein alphanumerisches Eingabefeld. Hier kann nach dem gleichen Prinzip ein Benutzername eingegeben werden (siehe auch Kapitel 4.4.3 „Alphanumerische Eingaben“).

Die Eingabe eines Benutzernamens ist optional.

Sie werden nun gefragt, ob Sie die momentan aktiven Einstellungen (Parameter und Kalibrierung) in die neue Messreihe übernehmen wollen. Antworten Sie mit „ESC“, wenn Sie andere Einstellungen vornehmen möchten; antworten Sie mit „OK“, um die Einstellungen zu übernehmen.

Das Übernehmen der Einstellungen ist hilfreich, wenn Sie z.B. mehrere gleichartige Messreihen nacheinander einrichten möchten.

Die Parametereingaben und Kalibriermethoden werden im Untermenü „Konfiguration“ vorgenommen. s. Kapitel 10.4.3.

7.2.4 Messreihe zur Messung auswählen

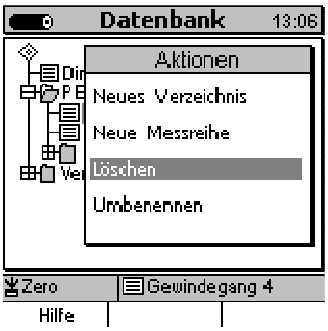
Wählen Sie im Hauptmenü (Funktionstaste „Hauptmenü“) den Menüpunkt „Datenbank“ aus und rufen Sie ihn durch Drücken der Taste „OK“ auf. Die aktuell aktive Messreihe wird in der Statuszeile angezeigt.

In der Datenbank wählen Sie die gewünschte Messreihe mit den Tasten „↑“ oder „↓“ aus und öffnen sie mit der Taste „OK.

Die ausgewählte Messreihe ist nun aktiv. Es erscheinen im Display der Messreihen-Name, Datum/Uhrzeit der Einrichtung und der letzten Änderung der Messreihe.

Wenn keine Änderung der Messreihen-Parameter vorgenommen werden soll, kann direkt gemessen werden. Setzen Sie den Sensor auf das Messobjekt auf. Das Gerät wechselt in den Messbetrieb und der aktuelle Messwert wird angezeigt. Sie können auch mit der Taste „OK“ zum Messbetrieb wechseln.

7.2.5 Messreihe / Verzeichnis löschen



Wählen Sie im Hauptmenü (Funktionstaste „Hauptmenü“) den Menüpunkt „Datenbank“ aus und rufen Sie ihn durch Drücken der Taste „OK“ auf.

In der Datenbank wählen Sie das Verzeichnis oder die Messreihe, die Sie löschen möchten, mit den Tasten „↑“ oder „↓“ aus. Betätigen Sie die Funktionstaste „Aktionen“.

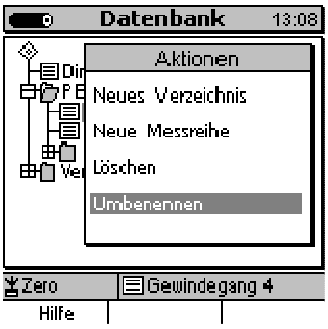
In dem Untermenü „Aktionen" „Löschen“ auswählen. Es erscheint eine Sicherheitsabfrage. Bei Auswahl von „JA“ wird der ausgewählte Eintrag gelöscht.

Es können nur leere Verzeichnisse gelöscht werden. Sollten sich unter einem Verzeichnis Unterverzeichnisse und/oder weitere Messreihen befinden, müssen diese vorab gelöscht werden. Die Messreihe „Direct Mode“ kann nicht gelöscht oder umbenannt werden. Der Messreihe „Direct Mode“ kann kein Benutzername zugewiesen werden. Mess- und Statistikwerte dieser Messreihe können jedoch gelöscht werden.

Achtung!

Alle Daten werden **unwiederbringlich** gelöscht, d. h. es gibt keine Möglichkeit zur Wiederherstellung von gelöschten Daten

7.2.6 Messreihe/Verzeichnis umbenennen



Wählen Sie im Hauptmenü (Funktionstaste „Hauptmenü“) den Menüpunkt „Datenbank“ aus und rufen Sie ihn durch Drücken der Taste „OK“ auf.

In der Datenbank wählen Sie das Verzeichnis oder die Messreihe, die Sie umbenennen möchten, mit den Tasten „↑“ oder „↓“ aus. Betätigen Sie die Funktionstaste „Aktionen“.

Wählen Sie im Untermenü „Aktionen“ den Menüpunkt „Umbenennen“ aus.

In dem alphanumerischen Eingabefeld erscheint der bestehende Messreihenname. Dieser kann nun geändert werden (siehe Kapitel 4.4.3 „Alphanumerische Eingaben“). Der Benutzername wird nicht geändert.

8. Statistik/Auswertung

8.1 Allgemeines

Die Statistik ist über die Funktionstaste „Statistik“ im Messbetrieb oder über das Hauptmenü aufzurufen.

Hier können die Statistikwerte, die Einzelmesswerte, das Trenddiagramm und das Histogramm eingesehen, an einen PC übertragen, ausgedruckt oder gelöscht werden. Allgemeine Begriffe der Statistik werden im Anhang im Kapitel 15.2 erläutert.

8.2 Statistik-Vorgaben

8.2.1 Oberer und unterer Grenzwert (High-Limit / Low-Limit)

Die Grenzwerte können frei eingestellt werden.

Eingestellte Grenzwerte haben folgende praktische Anwendungsmöglichkeiten:

- Messwerte außerhalb der eingestellten Grenzwerte werden beim Messen optisch und akustisch gemeldet und in der Statistik markiert.
- Auf Basis der gesetzten Grenzwerte erfolgt die Berechnung der Prozessfähigkeitswerte Cp- und Cpk.
- Der Bereich innerhalb der Grenzwerte wird in den Darstellungen "Trenddiagramm" und "Histogramm" grau hinterlegt.

Die Einstellung erfolgt im Untermenu „Konfiguration“. Im numerischen Eingabefeld wird der Grenzwert und die Maßeinheit eingegeben (siehe Kapitel 4.3.2 „Numerische Eingaben“).

Abschließen der Eingabe mit der Funktionstaste „Fertig“. Das Gerät überprüft automatisch ob die gesetzten Grenzwerte auch sinnvoll sind, das heißt die Messbereichsgrenzen des z.Zt angeschlossenen Sensors eingehalten werden. Dieses könnte z.B. bei einer falschen Maßeinheit passieren.

Grenzwerteinstellungen können über die Funktionstaste „Löschen“ entfernt werden.

Die Einstellung der Grenzwerte kann vor oder auch nach der Aufnahme der Messwerte vorgenommen werden.

8.3 Statistik ansehen

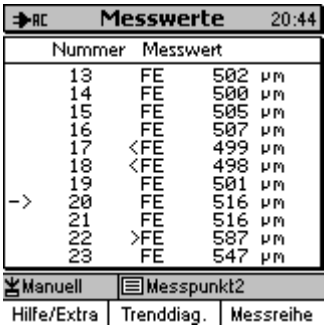
8.3.1 Messreihen-Statistik bei ausgeschalteter Messwertblockung ansehen

Diese Statistik bezieht sich auf die gesamte Messreihe. Ist die Blockung der Messwerte ausgeschaltet, wird die Messreihen-Statistik aus den Einzelmesswerten gebildet („Einzelwertstatistik

Durch Betätigen der Funktionstaste „Statistik“ im Messbetrieb wird die Statistik aufgerufen.

Alternativ kann die Statistik vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „numerisch“ aufgerufen werden.

8.3.2 Einzelmesswerte ansehen



Die Auflistung der Einzelmesswerte ist:
- vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „Messwerte“,
- im Hauptmenü „aktive Messreihe“ und Untermenü „Messwerte“
- oder im Messbetrieb über die Funktionstasten „Statistik“, „Messreihe“ und „Messwerte“

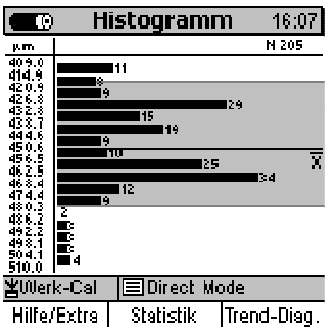
zu erreichen.

Mit den Tasten „↑“ oder „↓“ kann durch die Einzelwertliste der Messreihe geblättert werden. Es wird die fortlaufende Messwert-Nummer, das verwendete Messsystem und der zugehörige Messwert angezeigt, bei eingestellten Grenzwerten auch eine Über- („>“) bzw. Unterschreitung („<“).

Zusätzlich werden gelöschte Messwerte angezeigt (mit „X“ gekennzeichnet). Gelöschte Messwerte gehen nicht in die Statistik ein.

8.3.3 Histogramm beim MiniTest 7400

Das Histogramm ist vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „Histogramm“ oder im Messbetrieb über die Funktionstaste „Statistik“ zu erreichen.



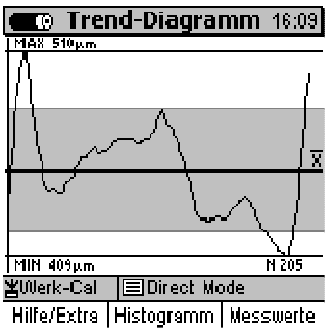
Ein Histogramm ist die grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Messwerten. Aus einer solchen Darstellung kann abgelesen werden, welche Dickenwerte bei den untersuchten Produkten am häufigsten vorkommen. Darauf basierend kann entschieden werden, in welche Richtung der Fertigungsprozess verändert werden sollte, um eine Produktverbesserung zu erzielen.

Der Grenzwertbereich ist grau unterlegt (s. auch Kapitel 8.1.1 „Oberer und unterer Grenzwert“).

Hinweis: Das Histogramm wird erst ab einer Mindestanzahl von 5 Messwerten dargestellt.

8.3.4 Trend-Diagramm beim MiniTest 7400

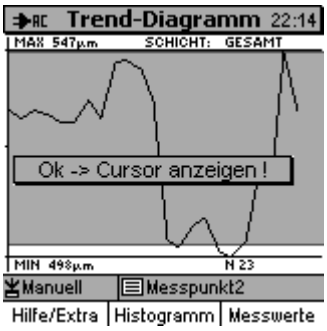
Das Trend-Diagramm ist vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „Trend-Diagramm“ oder im Messbetrieb über die Funktionstaste „Statistik“ zu erreichen.



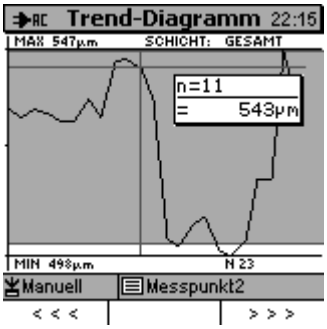
Die nebenstehende Abbildung zeigt ein Beispiel für ein Trenddiagramm der Messwerte. Diese Darstellung verdeutlicht den tendenziellen Verlauf der Messwerte und lässt eine sich anbahnende Abweichung schnell erkennen.

Der eingestellte Grenzwertbereich ist grau unterlegt.

Hinweis: Das Trend-Diagramm wird erst ab einer Mindestanzahl von 5 Messwerten dargestellt



Durch Betätigen der Taste „OK“ wird ein Cursor eingeblendet.



Mit den Funktionstasten „<<<“ und „>>>“ kann durch das Trenddiagramm "gescrollt" werden. An der aktuellen Position der Trendlinie wird der dazugehörende Messwert mit der Messwert-Nummer und dem Schichtdickenwert angezeigt.

8.3.5 Messreihen-Statistik bei eingeschalteter Messwertblockung ansehen

Diese Statistik bezieht sich auf die gesamte Messreihe. Ist die Blockung der Messwerte eingeschaltet, wird die Messreihenstatistik aus den Ergebnissen der Einzelblockstatistiken gebildet („Block-Statistik“).

Durch Betätigen der Funktionstaste „Statistik“ im Messbetrieb wird die Block-Statistik aufgerufen.

Alternativ kann die Block-Statistik vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „numerisch“ aufgerufen werden.

Für die Block-Statistik gilt: "Anzahl der Messwerte" = Anzahl der kompletten Blöcke.

8.3.6 Einzelmesswerte und Einzelblock-Statistik ansehen

Bei eingeschalteter Blockung der Messwerte sind die Statistiken der Einzelblöcke über die Messwerteliste erreichbar.

Die Auflistung der Einzelmesswerte ist:
- vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „Messwerte“,
- im Hauptmenü „aktive Messreihe“ und Untermenü „Messwerte“
- oder im Messbetrieb über die Funktionstasten „Statistik“, „Messreihe“ und „Messwerte“ zu erreichen.

Mit den Tasten „↑“ oder „↓“ kann nun durch die Messreihe geblättert werden. Es wird die fortlaufende Messwert-Nummer (erste Zahl), die zugeordnete Block-Nummer (zweite Zahl), das verwendete Messsystem und der Messwert angezeigt.

Bei eingestellten Grenzwerten werden die Messwerte bei einer Überschreitung mit dem Zeichen „>“ und bei einer Unterschreitung mit dem Zeichen „<“ gekennzeichnet.

Zusätzlich werden gelöschte Messwerte mit dem Zeichen „X“ gekennzeichnet. Gelöschte Messwerte werden nicht ausgedruckt oder an andere Systeme übertragen und gehen nicht in die Statistik ein.

Gelöschte Messwerte werden jedoch durch die Software „MSoft 7“ ausgelesen und in der Auflistung der Messwerte als gelöschte

Messwerte aufgeführt.

Bewegen Sie den Cursor (Zeichen „->“ am Zeilenanfang) mit den Tasten „↑“ oder „↓“ in den Bereich des Blocks, dessen Einzelblock-Statistik Sie sehen möchten. Drücken Sie die „ „OK“-Taste. Es erscheint die Einzelblock-Statistik des gewählten Blocks mit Mittelwert, Standardabweichung, größtem und kleinstem Messwert.

Bei noch nicht abgeschlossenen Blöcken wird keine Einzelblock-Statistik angezeigt.

Nur komplett abgeschlossene Blöcke gehen in die Messreihen-Statistik ein.

8.4 Messwerte einer Messreihe löschen

8.4.1 Einzelmesswerte löschen

In der Auflistung der Einzelmesswerte können Fehlmessungen gelöscht werden.

Positionieren Sie den links auf dem Display angezeigten Cursor „->“ mit den Tasten „↑“ oder „↓“ auf den zu löschenden Messwert.

Funktionstaste „Hilfe/Extra“ betätigen. In dem angezeigten Menü „Hilfe/Extras“ den Menüpunkt „Messwert löschen“ auswählen und mit der Taste „OK“ bestätigen. Abbruch mit der Taste „ESC“. Gelöschte Einzelmesswerte werden mit einem "X" gekennzeichnet.

Der gelöschte Messwert wird in der Auflistung der Einzelmesswerte weiterhin geführt, aber mit einem „X“ gekennzeichnet; er fließt nicht in die Statistik ein und wird nicht mit ausgedruckt oder an andere Systeme übertragen.

Der gelöschte Messwert wird jedoch durch die Software „MSoft 7“ ausgelesen und in der Auflistung der Messwerte als gelöschter Messwert aufgeführt.

Bei eingeschalteter Messwertblockung wir der Blockung der Messwerte eingeschaltet, wird die Messreihenstatistik aus den Ergebnissen der Einzelblockstatistiken gebildet („Block-Statistik“).

8.4.2 Alle Messwerte löschen

Die Löschung aller Messwerte einer Messreihe ist vom Hauptmenü „Statistik“ und Untermenü „Alle Messwerte löschen“, oder im Messbetrieb über die Funktionstasten „Statistik“ und „Hilfe/Extra“ durchführbar.

In dem angezeigten Menü den Menüpunkt „Alle Messwerte löschen“ auswählen und

mit der Taste „OK“ bestätigen. Abbruch mit der Taste „ESC“. Es werden alle Messwerte der aktiven Messreihe gelöscht. Der Messreihen-Name, die Konfiguration des Sensors und die Kalibrierung bleiben erhalten.

8.4.3 Aktuellen Messwert löschen

Nach Aufnahme eines Messwertes im Einzelmesswertbetrieb kann dieser durch Drücken der Taste „ESC“ gelöscht werden.

Der gelöschte Messwert wird in der Auflistung der Einzelmesswerte weiterhin geführt, aber mit einem „X“ gekennzeichnet; er fließt nicht in die Statistik ein und wird nicht mit ausgedruckt oder zum PC übertragen.

Ein Löschen des letzten in die Statistik eingefügten Messwertes ist im kontinuierlichen Messbetrieb nur über die Statistikansicht „Messwerte“ möglich (siehe 8.4.1).

9. Datenausgabe/Datenübertragung

MiniTest 7400 ist mit einer RS232- Schnittstelle und einer Infrarot-Schnittstelle (IrDA®1.0) ausgestattet. Die gespeicherten Mess- und Statistikwerte einer Messreihe können an einen PC übertragen oder auf dem als Zubehör lieferbaren Datendrucker MiniPrint 7000 ausgedruckt werden.

9.1 Daten ausdrucken

Die Übertragung der Mess- und Statistikwerte an den Datendrucker MiniPrint 7000 erfolgt über die Infrarot-Schnittstelle (IrDA® 1.0). Vor dem Ausdruck im Hauptmenü „Einstellungen“ und Untermenü „Datenausgabe“ den Parameter "Datenausgang" mit „OK“ aufrufen und den Schnittstellen-Typ „Infrarot (IrDA®)“ einstellen (siehe Kapitel 10.5.4.2).

Die Mess- und Statistikwerte können aus allen Statistikdarstellungen: wie "Statistik", "Messreihe", "Messwerte", "Histogramm" und "Trenddiagramm" ausgedruckt werden. Hierzu in einer dieser Darstellungen die Funktionstaste "Hilfe/Extras" betätigen.
In dem nun angezeigten Menü „Hilfe/Extras“ den Menüpunkt „Drucken“ auswählen und mit der Taste „OK“ bestätigen.
Es erscheint das Menü „Druckreihenfolge“.
In diesem Menü können jetzt die nachfolgenden Punkte 1 - 9 nach eigenen Anforderungen ausgewählt und in beliebiger Reihenfolge angeordnet werden (es können z. B. auch nur "Statistik" und "Messwerte" ausgewählt werden, siehe Beispiel 2):

Beispiel 1

Beispiel 2

1. Logo (Herstellerlogo „ElektroPhysik“ oder ein kundenspezifisches Logo in Grafikform (160x80 Pixel); durch optional erhältliche Software änderbar.
2. – „Name“ der Messreihe
   - „Name“ der Messreihe + „Datum“.
3. Bearbeiter
4. Statistik (Anzahl Messwerte, Mittelwert ($\bar{x}$), Standardabweichung (s), Minimum, Maximum, Variations-Koeffizient, Cp und Cpk).
5. - Messwerte
   - Messwerte und gelöschte Messwerte (siehe Kapitel 8.3.2).
6. Trenddiagramm
7. Histogramm
8. Kommentarfeld (Textfeld mit 5 Zeilen)
9. ----- (Feld bleibt leer)

Richten Sie nun die Infrarotschnittstelle des MiniTest 7400 auf die Infrarotschnittstelle des Datendruckers MiniPrint 7000 aus (die schwarzen Infrarot-Fenster der beiden Geräte "sollten sich sehen können"; es dürfen keine Gegenstände dazwischen liegen).
Danach Funktionstaste „Drucken“ betätigen.
Durch Betätigen der Taste „ESC“ kann der Ausdruck abgebrochen werden.

9.2 Daten zum PC übertragen (Terminalprogramm)

Vor der Übertragung der Messwerte vom Hauptmenü „Einstellungen“ und Untermenü „Datenausgabe“ den gewünschten Datenausgang mit „OK“ aufrufen, mit den Tasten „↑“ oder „↓“ „RS232 Kabel“ oder „Infrarot (IrDa®)“ auswählen und mit „OK“ bestätigen (siehe Kapitel 10.5.4). Die Einstellungen für das „Datenformat“ (Baudrate) und das „Protokoll“ beachten. Das Protokoll muss ausgeschaltet sein. Bitte beachten Sie, das bei Infrarot das Terminalprogramm „IR-COMM“ unterstützen muss.

Die Mess- und Statistikwerte können aus allen Statistikdarstellungen - "Statistik", "Messreihe", "Messwerte", "Histogramm" und "Trenddiagramm" - an einen PC übertragen werden. Hierzu in einer der Statistikdarstellungen die Funktionstaste "Hilfe/Extras" betätigen.

In dem nun angezeigten Menü „Hilfe/Extras“ den Menüpunkt „Drucken“ auswählen und mit der Taste „OK“ bestätigen.

Es erscheint das Menü „Druckreihenfolge“.
In diesem Menü können jetzt die nachfolgenden Punkte 1 - 5 nach eigenen Anforderungen ausgewählt und in beliebiger Reihenfolge angeordnet werden:

1. Name der Messreihe / Name der Messreihe +
2. Statistik (Anzahl, Mittelwert ($\bar{x}$) Standardabweichung (s), Minimum, Maximum, Variations-Koeffizient, Cp und Cpk)
3. Messwerte / Messwerte und gelöschte Messwerte (siehe Kapitel 8.3.2)
4. Bearbeiter
5. ----- (Feld bleibt leer

Verbinden Sie das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 über das RS232 Datenkabel mit Ihrem Rechner oder richten Sie die Infrarotschnittstelle des MiniTest 7400 auf die Infrarotschnittstelle Ihres Rechners bzw. des Infrarot-Adapters aus (die schwarzen Infrarot-Fenster der beiden Geräte "sollten sich sehen können"; es dürfen keine Gegenstände dazwischen liegen).

Danach Funktionstaste „Senden -> PC“ betätigen.

Datenübertragung abbrechen durch Betätigen der Taste „ESC“.

Hinweis: Da die Übertragung im ASCII-Format stattfindet, werden keine Grafiken wie Histogramm und Trenddiagramm übertragen.

Nachdem die Druckfunktion aktiviert wurde, erscheint die Meldung „Daten werden übertragen..“. Wenn keine Infrarot-Verbindung zu einem Drucker / PC besteht oder hergestellt werden kann, erscheint die Meldung „Übertragungsfehler“. Während der Datenübertragung wird auf dem Display die Meldung „Übertrage Daten“ angezeigt.

Sollte die Meldung „Fehler bei der Datenübertragung“ auftreten:

1. Überprüfen Sie die Konfiguration des Rechners bzw. Druckers,
2. Überprüfen Sie, ob eine direkte „Sichtverbindung“ zwischen den Infrarot-Fenstern der beteiligten Stationen besteht. Nur so kann eine störungsfreie Infrarot-Verbindung aufgebaut werden.

Gegebenenfalls können Sie die Infrarotfenster der beteiligten Stationen mit einem feuchten Tuch reinigen. Verwenden Sie Wasser oder einen milden Haushaltsreiniger.

9.3 Daten zum PC übertragen (MSoft 7)

Die Datenübertragung findet interaktiv über die Software „MSoft 7“ statt. Sie kann sowohl über Infrarot als auch über Kabel durchgeführt werden. Bitte achten Sie in diesem Fall darauf, dass das Protokoll (10.5.4.2 Datenausgabe RS232 Kabel) siehe eingeschaltet ist. Es sind keine weiteren Einstellungen am Gerät vorzunehmen.

Hinweis: Histogramm und Trenddiagramm werden von der Software MSoft 7 pro neu berechnet und auf dem PC-Bildschirm mit hoher Auflösung dargestellt. Es kann daher vorkommen, dass Details sichtbar werden, die auf dem MiniTest-7400-Bildschirm wegen der geringeren Auflösung nicht oder nur schwierig zu erkennen sind.

10. Hauptmenü

10.1 Allgemeines

Das Hauptmenü bildet die oberste Ebene des Menüsystems. Von hier aus können über Untermenüs alle Einstellungen, Daten und Informationen, die das Gerät verwaltet, erreicht werden.

Sie erreichen das Hauptmenü durch Drücken der Funktionstaste „Hauptmenü“. Wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ das gewünschte Untermenü aus und rufen Sie es mit der Taste „OK“ auf.

10.2 Untermenü „Datenbank“

siehe Kapitel 7.2

10.3 Statistik

siehe Kapitel 8.

10.4 Kalibrierung

siehe Kapitel 5.

10.5 Aktive Messreihe

Im Hauptmenü „Aktive Messreihe“ können die Eigenschaften der Messreihe und die Statistikwerte eingesehen sowie die Konfiguration und Kalibrierung aufgerufen werden.

10.5.1 Eigenschaften

In den Eigenschaften der aktiven Messreihe können der Name der Messreihe,

Erstell- und Änderungsdatum

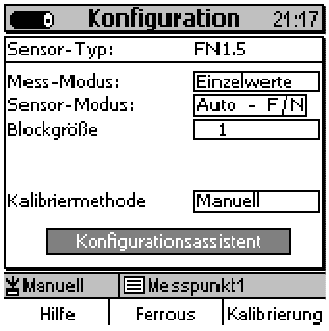
und Name des Bearbeiters eingesehen werden.

10.5.2 Messwerte

Hier können die Messwerte eingesehen und über die Funktionstasten die zugehörigen Statistikwerte aufgerufen werden. Gelöschte Messwerte werden durch ein „X“ gekennzeichnet.

Siehe auch Kapitel 8.

10.5.3 Konfiguration



In der Konfiguration werden die Parameter der Messreihe separat, oder über den Konfigurationsassistenten eingestellt.

Die Konfiguration kann auch aus dem Kalibriermenü über die Funktionstaste „Konfiguration“ aufgerufen werden.

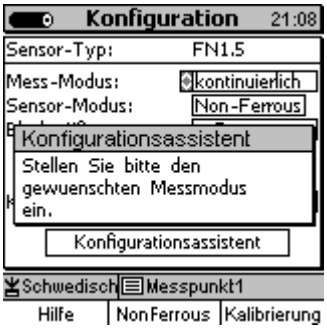
Konfiguration 21:22
Konfigurationsassistent
Dieser Assistent hilft Ihnen das Gerät, entsprechend einer ausgewählten Kalibriermethode, Schritt für Schritt einzurichten.
ESC OK
Navigation zum vorher-gehenden / nächsten Punkt
den Wert des aktiven Punktes verändern

Der Konfigurationsassistent führt Sie durch die Konfiguration der Messreihe. In Abhängigkeit von der ausgewählten Kalibriermethode werden Ihnen in einer fest vorgegebenen Reihenfolge die jeweils notwendigen Einstell-Parameter präsentiert, die schon mit einem Vorgabewert versehen sind. Sie können einen angezeigten Parameter auf dem Vorgabewert belassen oder einen anderen Wert einstellen.

Parameter: Kalibriermethode

Es kann zwischen den Kalibrier- und Arbeitsmethoden „Werk“ (Werks-Voreinstellung), „Manuell“, „ISO“, „SSPC“, „Rau“, „Australisch“, „Schwedisch“ und „PSPC“ gewählt werden.

Bei NonFerrous-Sensoren sind die Kalibrier- und Arbeitsmethoden „ISO“, „SSPC“ sowie „PSPC“ nicht vorhanden, das diese sich auf Ferroussubstrate beziehen.

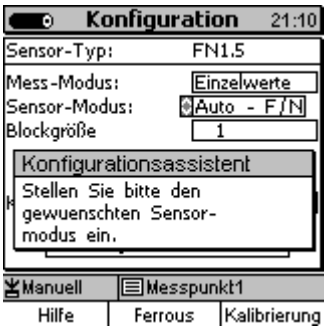


Parameter: Messmodus

Hier kann zwischen „Einzelwert“ und „kontinuierlich“ gewählt werden.

Im Einzelwert-Messmodus liefert jedes Aufsetzen des Sensors auf das Messobjekt einen einzelnen Messwert, der automatisch in die Messreihe übernommen wird. Zum Aufnehmen des nächsten Messwerts muss der Sensor vom Messobjekt abgehoben und wieder aufgesetzt werden.

Im kontinuierlichen Messmodus werden nach dem Aufsetzen des Sensors laufend Messwerte angezeigt, bis der Sensor wieder abgehoben wird. Mit der Taste „OK“ wird der jeweils neueste Einzelmesswert in die Messreihe übernommen.



Parameter: Sensor-Modus (nur bei FN-Sensoren)

Hier kann das zum Substrattyp passende Messverfahren eingestellt werden.

Folgende Einstellungen sind möglich:

Ferrous: magnetinduktives Messverfahren für ferromagnetische Substrate (Eisen, Stahl, Stahllegierungen)

Non-Ferrous: Wirbelstromverfahren für nichtmagnetische, leitfähige Substrate (NE-Metalle, austenitische Stähle)

Auto–F/N: der Substrattyp wird automatisch erkannt und das passende Messverfahren eingesetzt (nur möglich bei den Kalibriermethoden „Werk“ (Werks-Voreinstellung) und „Manuell“).

Parameter: Blockgröße

Aufeinanderfolgende Einzelmesswerte einer Messreihe können zu Blöcken jeweils gleicher Größe zusammengefasst werden (Messwertblockung). Die Anzahl der Einzelmesswerte pro Block ist von 1 bis 100 einstellbar. Zu jedem Block wird eine Block-Statistik geführt. Die normkonformen Betriebsarten „ISO“, „SSPC“, „Schwedisch“ und „Australisch“ erfordern das Arbeiten mit Messwertblockung und Block-Statistik und legen z.T. die Blockgröße fest.

Für eine Einzelwert-Statistik (Statistik über alle in der Messreihe vorhandenen Messwerte) ist die Blockgröße 1 einzustellen.

Für die Parameter „Rauheit“, „Offset“ sowie „oberer Grenzwert/ unterer Grenzwert“ sind für die Messverfahren „Ferrous“ und „NonFerrous“ unabhängige Einstellungen möglich.

Je nach angeschlossene Sensortyp bzw. der vorgenommenen Einstellung für den Parameter „Sensor Modus“ (Ferrous, Non-Ferrous oder Auto–F/N)“ werden die Konfigurationen „Ferrous“ oder „NonFerrous“ vom Konfigurationsassistenten eingeleitet.

Bei FN-Sensoren und der Einstellung „Auto–F/N“ im Sensor-Modus erfolgen die Konfigurationen „Ferrous“ und „NonFerrous“ nacheinander.

Parameter: Rauheit

Zur Kompensation des Einflusses der Rauheit auf die Messung kann hier ein vom vorliegenden Rauheitswert abhängiger Korrekturwert „Rauheit“ eingegeben werden (nicht möglich bei „Werks-Voreinstellung“).

Parameter: Offset

Die Offset-Funktion ermöglicht die Addition bzw. Subtraktion eines konstanten Wertes zum bzw. vom Messwert. Auf diese Weise können z.B. Abweichungen von einem Sollwert gemessen und dokumentiert werden (nicht möglich bei „Werks-Voreinstellung“).

Parameter: oberer Grenzwert / unterer Grenzwert

Grenzwerte können dazu eingesetzt werden, die Einhaltung eines in der Anwendung vorgegebenen Sollwertbereichs zu überwachen. Messwerte außerhalb der eingestellten Grenzwerte werden beim Messen optisch und akustisch gemeldet und in der Statistik markiert.
Entsprechend den gesetzten Grenzwerten erfolgt die Berechnung der Prozessfähigkeitswerte Cp- und Cpk.
Der Bereich innerhalb der Grenzwerte wird in den Darstellungen "Trenddiagramm" und "Histogramm" grau hinterlegt.
Grenzwerte können zu jeder beliebigen Zeit eingegeben werden, d.h. vor, während oder nach der Aufnahme einer Messreihe. Bereits vorliegende Messwerte werden dann neu bewertet.

Nach Abschluss der Konfiguration wird die Kalibrierprozedur aufgerufen.

10.5.4 Kalibrierung

siehe Kapitel 6

10.6 Einstellungen

10.6.1 Allgemeines

Das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 kann vom Anwender in vielerlei Hinsicht individuell eingestellt werden.

Gehen Sie über die Funktionstaste „Hauptmenü“ und wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ den Menüpunkt „Einstellungen“ und Bestätigen Sie mit der Taste „OK“.

Wählen Sie mit den Tasten „↑“ oder „↓“ das Untermenü aus in dem die Einstellungen vorgenommen werden sollen und Bestätigen mit „OK“.

10.6.2 Display

Im Menüpunkt „Display“ können die Hintergrundbeleuchtung des Displays und der Tasten aktiviert oder deaktiviert werden

Hinweis: Bei eingeschalteter Beleuchtung ist der Stromverbrauch etwas höher und die Batterie-/Akku-Standzeit entsprechend geringer.

Wählen Sie den Menüpunkt Helligkeit mit den Tasten „↑“ oder „↓“ aus und rufen Sie ihn mit der Taste „OK“ auf. Mit den Tasten „↑“ oder „↓“ können Sie die gewünschte Helligkeit einstellen und mit der Taste „OK“ übernehmen. Mit der Taste „ESC“ verlassen Sie das Untermenü. Die Helligkeit kann in einem Bereich von 20% bis 100% eingestellt werden.

Die Einstellung des Kontrasts erfolgt wie bei der Helligkeitseinstellung. Der Kontrast ist einem Bereich von 30 - 90% einstellbar.

(siehe Kapitel 4.3.1 Parameter Einstellungen)

10.6.3 Datum / Uhrzeit

Im Menüpunkt „Datum /Uhrzeit“ können Tag, Monat, Jahr, Stunde und Minute eingestellt werden (siehe Kapitel 4.3.1 Parameter Einstellungen).

Das Gerät besitzt eine quarzgesteuerte Uhr. Die aktuelle Uhrzeit wird rechts in der Menüüberschrift auf dem Display dargestellt. In Verbindung mit dem Datendrucker oder einer PC-Auswertung kann die Uhrzeit und das Datum der Erstellung und der letzten Änderung einer Messreihe ausgegeben werden.

10.6.4 Datenausgabe

Im Menüpunkt „Datenausgabe“ kann der Datenausgang auf Infrarot (IrDA®) oder RS232 (Kabel) eingestellt und der Multifunktionsanschluss konfiguriert werden. (siehe auch Kapitel 9.1 „Daten ausdrucken“, 9.2 „Daten zum PC übertragen“ und 12. „Anschließbares Zubehör“).

10.6.4.1 Datenausgabe Infrarot (IrDA®)

Ist der Datenausgang auf „Infrarot (IrDA®) “ eingestellt, erfolgt die Datenübertragung kabellos.
Die Einstellung „Infrarot (IrDA)“ wird gewählt, wenn die Daten (Mess- und Statistikwerte) auf dem Drucker MiniPrint 7000 ausgedruckt oder an einen PC mit Infrarotschnittstelle übertragen werden sollen.
Es wird eine permanente IrDA-Verbindung vom MiniTest 7400 zu einem in der Nähe befindlichen PC oder Drucker aufgebaut, ein PC zeigt dann eine aktive drahtlose Verbindung zusammen mit der Statusmeldung „MiniTest 7 ist in Reichweite“ an.
Sind noch weitere Geräte mit Infrarot-Schnittstelle in Reichweite des PCs erscheint die Meldung „Mehrere Computer/Geräte sind in Reichweite“.

10.6.4.2 Datenausgabe RS232 Kabel

Die Einstellung des Datenausgangs auf „RS232 Kabel“ wird gewählt, wenn der angeschlossene PC nicht über eine Infrarotschnittstelle verfügt oder das MiniTest 7400 im stationären Betrieb dauerhaft mit einem PC verbunden werden soll.

Je nach Bedarf kann in der Einstellung „Datenformat“ die Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) auf folgende Werte eingestellt werden: 57600 (Standard), 38400, 19200, 9600.

Das Datenformat „8D/1S/N“ (8 Datenbits, 1 Stop-Bit, No Parity) ist fest eingestellt.

In der Einstellung „Protokoll“ kann das ElektroPhysik-Datenübertragungsprotokoll ein- bzw. ausgeschaltet werden.

- Für das Arbeiten mit der Software MSoft7 ist die notwendige Einstellung „ein“.

Für die Datenübernahme in eine andere Software kann das Protokoll ausgeschaltet werden. Die Datenübertragung erfolgt dann im ASCII-Format mit Zeilenende-Zeichen (CR/LF) (s. untenstehende Tabelle).

Beschreibung	Messwertnummer	Leer-zeichen	Messwert	Maßeinheit	Carriage Return	Line Feed
Anmerkung	nur bei eingeschalteter Messwertübernahme in die Statistik		rechtsbündig formatiert	nur bei abgeschalteten Festkommaformat		
Beispiel Messwert: 147 104.8µm	0x31 0x34 0x37	0x20	0x31 0x30 0x34 0x2E 0x38	0xB5 0x6D	0x0D	0x0A

In der Standardeinstellung ist die „Messwertausgabe auf Schnittstelle“ ausgeschaltet („aus“). Wird eine direkte Messwertausgabe während der Messung gewünscht:

- den „Datenausgang“ auf „RS232 Kabel“ stellen und
- die direkte „Messwertausgabe auf Schnittstelle“ einschalten („ein“.)

Diese Einstellung ist vorgesehen für den Messwert-Transfer an ein weiterverarbeitendes System, z.B. Software zur Qualitätssicherung oder Fertigungssteuerung.
Die direkte Messwertausgabe ist nur über den Datenausgang „RS232-Kabel“ möglich und nicht über den Datenausgang „Infrarot (IrDA) “.

Die „Messwertübernahme in die Statistik“ kann zusätzlich zu der Messwertausgabe auf Schnittstelle eingeschaltet werden (Standard: "aus"). Diese Einstellung ist nur in Verbindung mit Messwertausgabe auf Schnittstelle „ein“ möglich. Zur Vermeidung eines Speicherüberlaufs sollten Sie die maximale Anzahl der speicherbaren Messwerte beachten.

Wird das Schichtdickenmessgerät im stationären Betrieb dauerhaft mit dem PC verbunden, erfolgt die Messwert-Dokumentation üblicherweise in der Software zur Qualitätssicherung oder Fertigungssteuerung. Sollen die Daten zusätzlich im MiniTest 7400 gespeichert werden, muss die „Messwertübernahme in die Statistik“ eingeschaltet sein. Zur Vermeidung eines Speicherüberlaufs sollten Sie die maximale Anzahl der speicherbaren Messwerte beachten.

Die Einstellung “Festkommaformat” definiert das Datenformat der über die RS 232-Schnittstelle übertragenen Messwerte.

In der Einstellung „Festkommaformat“ kann das Datenformat von der Standardeinstellung „Fließkomma“ auf das Datenformat „Festkomma“ (z.B. für DataLogger) geändert werden.

Im Festkommaformat werden alle Messwerte metrisch in „µm“ mit einer Nachkommastelle bzw. im imperialen Maßsystem in „mils“ mit zwei Nachkommastellen oder bei „Dezimal inch“ in „Inch“ mit 4-5 Nachkommastellen übertragen. Im Fließkommaformat werden die Messwerte entsprechend der Auflösung der Messwertanzeige (siehe Kapitel „15.1 Geräte- und Sensorspezifikation“) übertragen.

10.6.4.3 Schalterfunktionen

Durch Betätigen der Funktionstaste „Schalter“ erreichen Sie aus dem Menü „Datenausgabe“ das Einstellmenü der Schalterfunktion. Mit der Funktionstaste „Ausgang“ kann wieder zum Menü Datenausgabe (Schnittstelle)“ gewechselt werden.

Im kontinuierlichen Messmodus werden Messwerte nur durch Betätigen der Taste „OK“ oder durch einen externen Schaltkontakt (Fußschalter) in den Messwertspeicher übernommen. Einstellungen für den Fußschaltereingang:

- im kontinuierlichen Messmodus: Wert(e) in die Statistik „übernehmen“ oder
- im Einzelwert-Messmodus: den letzten aufgenommenen Messwert „löschen“

Es steht ein Alarmausgang für Grenzwertüber- bzw. Grenzwertunterschreitungen zur Verfügung. Zur Unterscheidung zwischen der Unterschreitung des unteren und der Überschreitung des oberen Grenzwerts kann die Länge des Alarmsignals für den oberen und unteren Grenzwert separat eingestellt werden (aus, 50ms, 100ms, 150ms, 200ms, 250ms, 300ms, 350ms, oder 400ms).

10.6.5 Grundeinstellungen

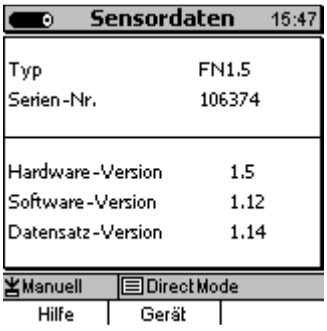
Im Menüpunkt „Grundeinstellungen“ können folgende Parameter eingestellt werden:

- die Sprache: Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Italienisch.
- das Maß-System: „metrisch“ (Maßeinheiten „µm“, „mm“, „cm“), oder „imperial“ (Maßeinheiten „mils“, „inch“,). In den Einstellungen „metrisch (auto)“ und „mils /inch“ wird die Maßeinheit abhängig von der Größe des anzuzeigenden Schichtdickenwerts vom Gerät ausgewählt und der Schichtdickenwert in Gleitkommadarstellung angezeigt. In den Einstellungen „cm fest“, „mm fest“ und „µm fest“ oder „Dezimal inch“ wird der Schichtdickenwert in einem Festkommaformat angezeigt.
- die Lautsprecher-Funktion für die akustische Messwertquittierung und Tastendruckquittierung: "ein", "aus". Der Kopfhörerausgang bleibt weiterhin aktiv.
- die Lautstärke des Signaltons: „leise“, „mittel“, „laut“ eingestellt werden.
- Das Gerät verfügt über einen Energiesparmodus, der das Gerät nach Ablauf eines einstellbaren Zeitintervalls selbsttätig ausschaltet, wenn bis dahin keine weiteren Messungen oder Eingaben erfolgt. Die Ausschaltzeit erfolgt einstellbar nach 1, 3, 10, 30 Minuten oder Dauerbetrieb, (während der Verbindung mit der DataTransferSoftware MSoft7 ist das MiniTest 7400 dauerhaft eingeschaltet).
- die Eingabezeit für die Übernahme der numerischen und alphanumerischen Zeichen: 0,5, 1, 1,5 oder 2 s).
  Parametereingaben können mit einer Änderungssperre gesperrt werden, und ein versehentliches Verstellen zu verhindern. Der Messbetrieb bleibt hiervon unberührt. Die Änderungssperre wird mit einem Benutzerpasswort versehen (Groß- und Kleinschreibung

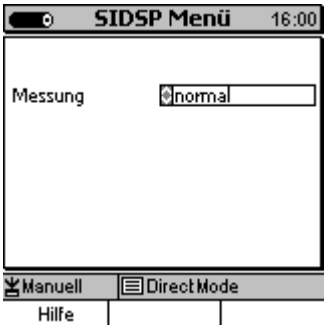
beachten). Bei Verlust des Passwortes ist ein Total Reset erforderlich. Alle Messwerte und Einstellungen gehen verloren. (siehe Kapitel 4.3.1 Auswahlparameter einstellen.

10.6.6 Kenndaten

Hier können die Gerätedaten und über die Funktionstaste „Sensor“ die Daten des Sensors eingesehen werden. Diese Daten bei Anfragen an den Service bitte bereithalten.



10.7 Untermenü “SIDSP® ”



Im Menüpunkt „SIDSP®“ können die Eigenschaften des SIDSP® -Systems, das die Messwertverarbeitung innerhalb des Sensors vornimmt, beeinflusst werden. Zukünftige Weiterentwicklungen der SIDSP®-Technologie ermöglichen weitere Einstellungen.

Parameter: Messung
Hier können Sie das Verhalten des Sensors bei der Aufnahme von Einzelmesswerten beeinflussen. Je nach Einstellung wird eine Optimierung im Hinblick auf Messgeschwindigkeit oder auf Präzision durchgeführt. Rufen Sie den voreingestellten Parameter „Messung“ mit der Taste „OK“ auf.

Einstellung „normal“:

Dies ist die Standardeinstellung für den normalen Messbetrieb mit mittlerer Messgeschwindigkeit und mittlerer Präzision.

Einstellung „schnell“:

Hier arbeiten Sie mit erhöhter Messgeschwindigkeit, z.B. für die schnelle Messung auf großen Flächen.

Einstellung „präzise“:
Wählen Sie diese Einstellung, wenn es Ihnen hauptsächlich auf maximale Präzision der Messwerte ankommt und die Messgeschwindigkeit im Hintergrund steht.

Hinweis: die Auswirkung der höheren Präzision wird erst sichtbar, wenn von Messung zu Messung und von Teil zu Teil exakt derselbe Punkt auf dem Messobjekt getroffen wird; dies ist in aller Regel nur bei Verwendung eines Präzisionsstativs und entsprechender Fixierung des Messobjekts der Fall. Für Freihandmessungen ist die Einstellung „normal“ völlig ausreichend; im Stativbetrieb kann dagegen die Leistungsfähigkeit des SIDSP® -Systems mit der Einstellung „präzise“ voll ausgereizt werden.

11. Sonderfunktionen

11.1 Initialisierung

Anwendung: Vor der ersten Inbetriebnahme oder nach Bedarf.

„Ein-/Aus“-Taste beim Einschalten zusammen mit der Befehlstaste „ESC“ drücken, „Ein-/Aus“-Taste zuerst loslassen. Es wird die Initialisierungs-Sequenz aufgerufen.

- Es erscheint eine Flagge mit der Landessprache.

  Mit den Pfeiltasten ↑↓ die gewünschte Sprache einstellen.
  Mit OK bestätigen oder Abbruch durch ESC.

- Auf dem Display erscheint „Total Reset“. Soll ein „Total Reset“ **nicht** ausgeführt werden **muss** die Funktionstaste **„NEIN“** betätigt werden.

Achtung !!

Durch Bestätigung mit der Funktionstaste „**JA**“ werden alle Daten unwiederbringlich gelöscht und sämtliche Einstellungen außer der Spracheinstellung auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.

Alle Verzeichnisse und die Messreihen werden inklusive der gespeicherten Mess-, Statistik- und Kalibrierwerte gelöscht.

Abbruch durch Betätigung der Funktionstaste „**NEIN**“. Es wird dann nur die geänderte Spracheinstellung übernommen.

- Die Einstellung „Batterie- oder Akkubetrieb“ dient zur korrekten Darstellung des Batteriesymbols in der Titelzeile. Dies ist aufgrund die unterschiedlichen Spannungen nötig.

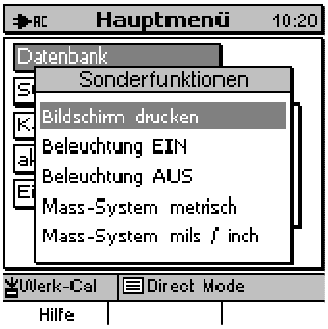
11.2 Sonderfunktionen

Wird die Ein-/Aus-Taste im eingeschalteten Zustand länger als 1 Sekunde gedrückt, erscheint das Menü „Sonderfunktionen“. Dieses Menü kann in jeder beliebigen Situation aufgerufen werden und ist daher systemweit verfügbar. Es enthält eine Funktion, die das Übertragen des Bildschirminhalts zu einem Drucker / PC ermöglicht (Hardcopy), sowie Menüpunkte für den direkten Zugriff auf die Displaybeleuchtung und die Einheiten-Umschaltung .

Die schnelle Einheiten-Umschaltung ist in Ländern interessant, in denen beide Maßeinheiten gängig sind. Nach der Umschaltung werden, soweit vorhanden, die Messwerte im Display sofort umgerechnet.

Wählen Sie den entsprechenden Punkt über die Tasten „↑“ oder „↓“ aus und bestätigen Sie mit der Taste „OK“, oder kehren Sie mit der Taste „ESC“ ohne Änderung zur vorhergehenden Anzeige zurück.

Im Menü "Sonderfunktionen" sind folgende Funktionen enthalten:



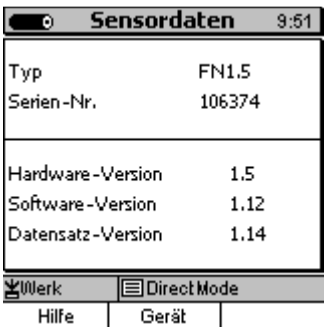
- Bildschirm drucken (Ausdrucken des Bildschirminhalts auf dem Datendrucker MiniPrint 7000 bzw. PC).
- Ein- und Ausschalten der Hintergrund-Beleuchtung des Displays und der Tastatur.
- Auswahl des Maß-Systems: metrisch (µm/mm) oder Imperial (mils/inch).

Diese Funktionen sind mit Ausnahme der Funktion „Bildschirm drucken“ auch über das normale Menüsystem erreichbar. Das Sondermenü ermöglicht aber das Anwählen dieser Funktionen auf kurzem Weg an jedem Punkt der gesamten Bedienoberfläche, sowie die Rückkehr zum Ausgangspunkt, d. h. es ist möglich, inmitten einer beliebigen Aktion (z.B. Aufnahme von Messwerten) eine der Sonderfunktionen aufzurufen und danach die unterbrochene Aktion fortzusetzen. Dies führt zu einer erheblichen Einsparung an Bedienvorgängen und Bedienzeit.

11.3 Nachjustieren des Werks-Nullpunkts

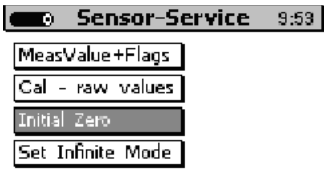
Bei allen Kalibrierarten, die den Nullpunkt beinhalten, wird bei der Aufnahme des Nullpunkts eine sog. Geometrie-Korrektur durchgeführt, die anhand der Abweichung zum Standard-Nullpunkt eine entsprechende Oberflächenkrümmung erkennt und dann eine Korrektur der gesamten Kennlinie vornimmt. Dies ermöglicht es in vielen Fällen, mit einer Nullpunkt-Kalibrierung auszukommen. Die Korrekturmethode setzt voraus, dass bei Null-Messungen mit der Werks-Voreinstellung (s. Kapitel 6.2.1) auf den mitgelieferten Prüfblechen keine Abweichungen auftreten, d.h. es sollte möglichst genau Null angezeigt werden. Dies ist in der Regel der Fall.

Sollte die Abweichung dennoch größer sein als die im Datenblatt für den jeweiligen Sensor angegebene Nullpunktabweichung (der feste Anteil der Richtigkeits-Angabe, also z.B. 1.5 µm bei FN5), empfiehlt sich eine Nachjustierung des Werks-Nullpunkts.

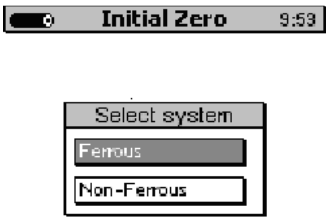


Die Nachjustierung wird in einem Sensor-Servicemenü durchgeführt, welches über die Ansicht der Sensordaten erreichbar ist.

In der Ansicht der Sensordaten sind nacheinander die „↑“ - Taste, die rechte Funktions-Taste (ohne Belegung in der Bildschirmzeile) und zur Bestätigung die „OK“- Taste zu betätigen.

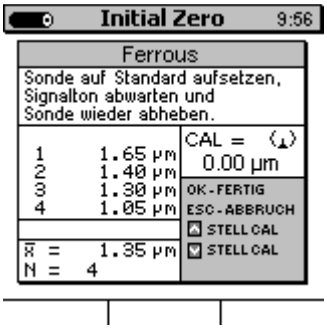


In der Darstellung des Sensor-Servicemenü den Menüpunkt „Initial Zero“ auswählen.



Ist ein FN-Sensor angeschlossen z.B. FN1.5/0.7 erscheint ein Auswahlmenü für das Messverfahren.

Wählen Sie hier das Messverfahren aus für das ein neuer Nullpunkt aufgenommen werden soll.

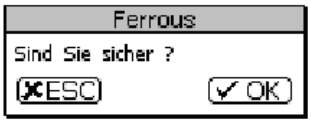


Bei der Nachjustierung ist besondere Sorgfalt erforderlich. Verwenden Sie ein blankes und glattes Substrat.

Vor der Nachjustierung muss das Substrat und der Sensorpol von Fett, Öl, Metallspänen usw. gesäubert werden. Jeder Fremdkörper und jede Verschmutzung verfälschen die Kalibrierung, siehe auch 6.1 „Allgemeines zur Kalibrierung“.

Eine Nullpunkt-Kalibrierung nach 6.4.3.2 durchführen.

Nach Betätigen der „OK“-Taste erscheint nachfolgende Sicherheitsabfrage.



Soll die vorhandene Werks-Voreinstellung durch die Nullpunktjustage ersetzt werden die „OK“-Taste betätigen. Durch Abbruch mit der „ESC“-Taste bleibt die Werks-Voreinstellung erhalten.

12. Anschließbares Zubehör

12.1 Allgemeines

Das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 ist mit einem 7-poligen Multifunktionsanschluss ausgestattet. An diesem lassen sich entweder direkt oder über eine Universal-Anschlussbox Zubehörgeräte anschließen.

12.2 Direkter Anschluss

Es ist der Anschluss jeweils eines Zubehörgerätes möglich, zusätzlich bietet der Fußschalter die Möglichkeit an diesem das Steckernetzgerät anzuschließen.

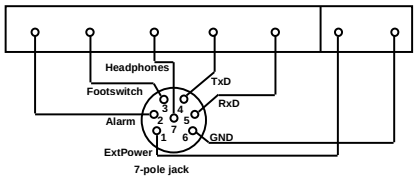
Steckernetzgerät 9V / 1,12A

RS 232C -Kabel mit Konverter

USB-Adapterkabel

IrDA / USB-Konverter
Zum drahtlosen Datenaustausch

Fußschalter inkl. Anschlussadapter für Netzteilbetrieb. Zur Messwertübernahme in den Speicher bei Einstellung des Messmodus „kontinuierlich“ (siehe 10.5.3 Konfiguration).



An den Alarmausgang kann ein optisches oder akustisches Warngerät angeschlossen werden.

Elektrische Anschlussinformationen:
Spannung: 3,6 V
Impedanz: 330 Ohm

Kopfhörer, das interne Lautsprechersignal wird an den Kopfhörer übertragen z.B. bei sehr lautem Geräuschpegel.

12.3 Anschluss über Universal-Anschlussbox

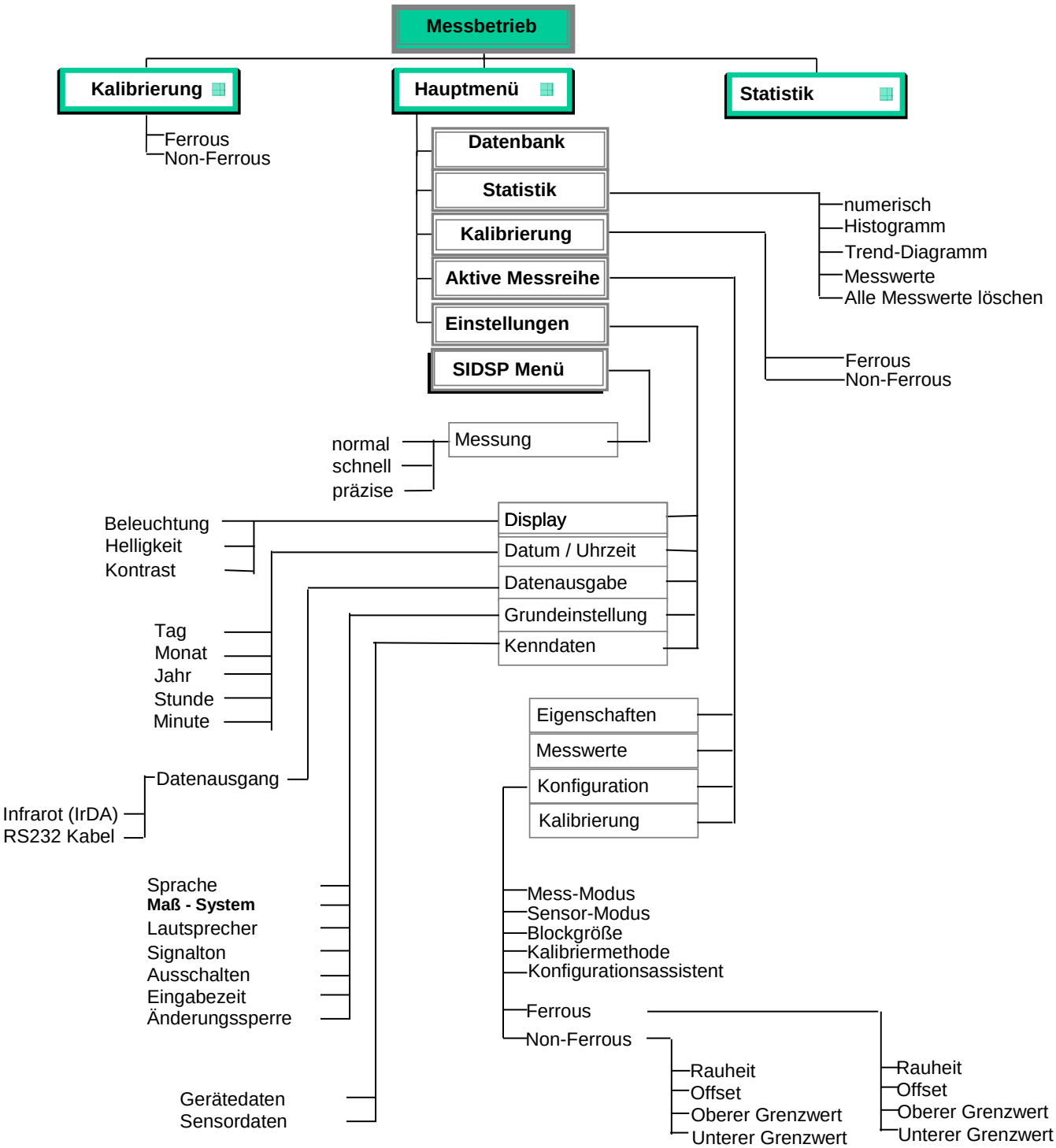
Diese bietet die Möglichkeit bis zu 3 Geräte gleichzeitig anzuschließen. Werden mehr als 3 Anschlüsse benötigt kann an die Universal-Anschlussbox eine weitere Universal-Anschlussbox angeschlossen werden (Kaskadierung).

Zusätzlich besitzt die Universal-Anschlussbox eine USB- Schnittstelle. Die gespeicherten Mess- und Statistikwerte können entweder über die USB - Schnittstelle oder die RS232 Schnittstelle übertragen werden. Sobald ein RS232-Anschlusskabel angeschlossen wird, ist die USB-Schnittstellenverbindung deaktiviert und die RS232 Schnittstelle aktiv.

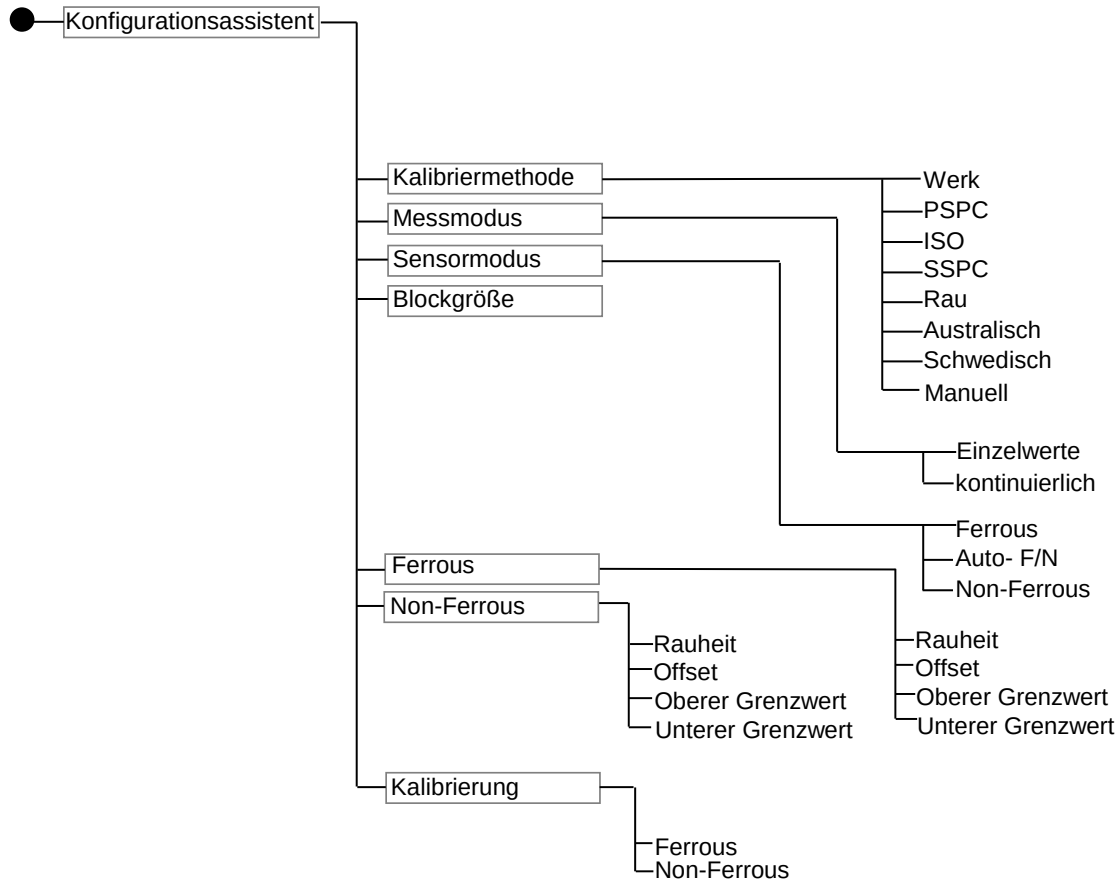
Universal-Anschlussbox mit USB- Schnittstelle

13. Funktions-Referenz

13.1 Grafische Übersicht



13.2 Konfiguration einer Messreihe



14. Pflege und Wartung

14.1 Pflege

Reinigen Sie das Gerät, den Sensor und die Zubehörteile mit einem feuchten Tuch. Verwenden Sie Wasser oder einen milden Reiniger.

Achtung:

Benutzen Sie keine Lösungsmittel zum Reinigen der Kunststoffteile; diese können dadurch beschädigt oder spröde werden.

Benutzen Sie keine Gegenstände aus Metall zum Reinigen des Sensorpols; dieser könnte dadurch beschädigt werden.

14.1.1 Umgang mit NiMH-Akkus

Beachten Sie die folgenden Hinweise, um Betriebszeiten und Lebensdauer der NiMH-Akkus zu erhöhen:

- Neue Akkus erreichen erst nach mehreren Lade- und Entladezyklen ihre volle Kapazität. Bei älteren Akkus kann, durch mehrfaches Auf- und Entladen (speziellen Ladegerät erforderlich), ein Großteil der ursprünglichen Kapazität wiederhergestellt werden.
- Bei längerem Nichtbenutzen des MiniTest 7400 sollten Sie die NiMH-Akkus aus dem MiniTest entfernen.
- Bei längerer Lagerung (länger als ein halbes Jahr) sollte ein Ni-MH-Akku im geladenen Zustand gelagert werden. Zudem sollte er alle zwölf Monate mindestens einmal nachgeladen werden. Der empfohlene Temperaturbereich für Langzeitlagerung liegt zwischen +10 ºC und +30 ºC bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 50%.

- Im Interesse einer möglichst langen Betriebszeit mit einer Akkuladung sollten Sie das Gerät stromsparend betreiben. Nutzen Sie die automatische Abschaltfunktion, um unnötigen Stromverbrauch während längerer Messpausen zu vermeiden.

14.2 Wartung

Grundsätzlich sind an den Schichtdickenmessgeräten der Modellreihe MiniTest 7 keine Wartungsarbeiten erforderlich.

Achtung:

Reparaturarbeiten dürfen nur von autorisierten ElektroPhysik-Service-Mitarbeitern durchgeführt werden.

15. Technische Daten

15.1 Gerätespezifikationen

Typ / Eigenschaft	MiniTest 7400
Max. Anzahl der Messreihen	500
Anzahl der speicherbaren Messwerte	250.000
Statistikfunktionen (pro Messreihe)	Anzahl der Messwerte, Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Blockstatistik (norm-konform/frei konfigurierbar), Prozessfähigkeitsindizes Cp und Cpk, Histogramm, Trenddiagramm
Kalibrierprozeduren nach internationalen Normen	“ISO” - ISO 19840:2004(E), “SSPC” - SSPC-PA2(May 1, 2004), “Schwedisch” - SS 184160 (1992-03-11), “Australisch” - AS 3894.3-2002
Kalibrierung	Bis zu 5 Punkte, frei einstellbarer Offset
Grenzwertüberwachung	Optische und akustische Signalgebung bei Grenzwertüber-/unterschreitung
Maßeinheiten	µm, mm, cm; mils, inch, thou
Betriebstemperaturbereich	-10° ... +60°C
Lagertemperaturbereich	-20° ... +70°C
Datenschnittstelle	IrDA® 1.0 (Infrarot) USB und RS232 über optional erhältlichen Adapter
Stromversorgung	4 x AA (LR06) Batterien, optional mit Netzteil (90 – 240V ~ / 48-62 Hz)
Anwendungsnormen	DIN EN ISO 1461, 2064, 2178, 2360, 2808, 3882, 19840 ASTM B 244, B 499, D 7091, E376 AS 3894.3; SS 1841 60, SSPC-PA 2,IMO-PSPC
Anzeige	Grafik-Display 160 x 160 Dots, mit einstellbarer Beleuchtung
Abmessungen	153 mm x 89 mm x 32 mm
Gewicht	310 g (Gerät mit Batterien)

15.2 Sensorspezifikationen

Standard-Sensor	HD-Sensor	Messbereich	Richtigkeit [*1,5] (vom Messwert)	Wiederholpräzision (Standardabweichung)[*5] (vom Messwert)	Auflösung am Messbereichsanfang	Kleinster Krümmungsradius konvex[*2, *6]	Kleinster Krümmungsradius konkav[*2, *6,]	Kleinste Messfläche[*2,*6] ohne Stativ	Kleinste Messfläche[*2,*3,*6] mit Stativ	Kleinste Substratdicke[*2,*6]	Messrate im kontinuierlichen Messmodus	Maximale Messrate im Einzelwert-Modus
F 0.5	F 05 HD	0...0,5 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,02 µm	1,0 mm	7,5 mm	Ø 14 mm	Ø 5 mm	0,3 mm	20 Messungen pro Sekunde	70 Messungen pro Minute*4
F 1.5	F 1.5 HD	0...1,5 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	1,0 mm	7,5 mm	Ø 14 mm	Ø 5 mm	0,3 mm		
F 1.5-90		0...1,5 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	--	5 mm	Ø 10 mm	Ø 5 mm	0,3 mm		
	F 2 HD	0..2 mm	+/- (1,5 µm + 0,75 %)	+/-(0,8 µm +0,5%)	0,1 µm	1,5 mm	10 mm	Ø 14 mm	--	0,5 mm		
F 5	F 5 HD	0...5 mm	+/- (1,5 µm + 0,75 %)	+/-(0,8 µm +0,5%)	0,1 µm	1,5 mm	10 mm	Ø 14 mm	Ø 10 mm	0,5 mm		
F 15		0...15 mm	+/- (5 µm + 0,75 %)	+/-(2,5 µm +0,5%)	1 µm	5 mm	25 mm	Ø 25 mm	Ø 25 mm	1,0 mm		
F 35		0...35 mm	+/- (20 µm + 0,75 %)	+/-(10 µm +0,5%)	5 µm	50 mm	50 mm	Ø 100 mm	--	1,5 mm		
N 0.2	N 0.2 HD	0..0,2 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,02 µm	1,0 mm	7,5 mm	Ø 14 mm	Ø 5 mm	40 µm		
N 0.7	N 0.7 HD	0..0,7 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	1,0 mm	7,5 mm	Ø 14 mm	Ø 5 mm	40 µm		
N 0.7-90		0...0,7 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	--	5 mm	Ø 10 mm	Ø 5 mm	40 µm		
N 2.5	N 2.5 HD	0...2,5 mm	+/- (1,5 µm + 0,75 %)	+/-(0,8 µm +0,5%)	0,1 µm	1,5 mm	10 mm	Ø 14 mm	Ø 10 mm	40 µm		
N 7		0...7 mm	+/- (5 µm + 0,75 %)	+/-(2,5 µm +0,5%)	1 µm	15 mm	25 mm [7]	Ø 23 mm	Ø 20 mm	40 µm		
FN 1.5	FN 1.5 HD	F: 0...1,5 mm N: 0..0,7 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	1,0 mm	7,5 mm	Ø 14 mm	Ø 5 mm	F:0,3 mm N: 40 µm		
FN 1.5-90		F: 0...1,5 mm N: 0..0,7 mm	+/- (1 µm + 0,75 %)	+/-(0,5 µm +0,5%)	0,05 µm	--	5 mm	Ø 10 mm	Ø 5 mm	F:0,3 mm N: 40 µm		
FN 5	FN 5 HD	F: 0...5 mm N: 0..2,5 mm	+/- (1,5 µm + 0,75 %)	+/-(0,8 µm +0,5%)	0,1 µm	1,5 mm	10 mm	Ø 14 mm	Ø 10 mm	F:0,5 mm N: 40 µm		

[1] bei Mehrpunktkalibrierung, bezogen auf die mitgelieferten Standards unter Laborbedingungen
[2] bei Zero Kalibrierung sowie der Kalibrierung auf einer Schicht in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke werden.
[3] unter Verwendung eines Präzisions-Stativs, für HD-Sensoren nicht zutreffend
[4] bei Filtereinstellung „schnell, Messrate wesentlich bestimmt durch Handhabung
[5] nach DIN 55350 Teil 13
[6] durch Mehrpunktkalibrierung können auch bessere als die spezifizierten Daten realisiert werden
[7] inklusive Beschichtung

15.3 Lieferumfang

15.3.1 Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400

Beschreibung	**Artikel-Nr.**
MiniTest 7400, Gerät ohne Sensor	80-170-0000
einschließlich: - Software MSoft 7 Professional auf USB-Memory-Stick - Bedienungsanleitung deutsch, englisch, französisch, spanisch - Kurzbedienungsanleitung - 4 x AA Batterien, Typ LR06 - Kunststoff-Transportkoffer	

15.3.2 Wechselbare SIDSP®-Sensoren für MiniTest 7400

Beschreibung	**Typ**	**Artikel-Nr.**
SIDSP®-Sensor für unmagnetische Schichten auf Eisen und Stahl, auch auf legierten und gehärteten Stählen (magnetinduktives Verfahren)		
	F0.5	80-173-2000
	F1.5	80-173-0000
	F2	80-173-0300
	F5	80-173-0400
	F15	80-173-0700
	F35	80-173-1700
HD Ausführung für den Einsatz in rauem Umfeld und bei stärkerer Schmutzentwicklung durch Staub und/oder Lackpartikel	F0.5 HD	80-173-3700
	F1.5 HD	80-173-3000
	F2 HD	80-173-3300
	F5 HD	80-173-3400
Sensor mit 90° abgewinkeltem Sensorkopf, speziell zur Messung in Rohren und schwer zugänglichen Stellen	F1.5 R	80-173-2400
SIDSP®-Sensor für alle elektrisch isolierenden Schichten auf Nichteisenmetallen, auch auf austenitischen Stählen (Wirbelstromverfahren)		
	N0.2	80-173-2100
	N0.7	80-173-0100
	N2.5	80-173-0500
	N7	80-173-1600
HD Ausführung für den Einsatz in rauem Umfeld und bei stärkerer Schmutzentwicklung durch Staub und/oder Lackpartikel	N0.2 HD	80-173-3800
	N0.7 HD	80-173-3100
	N2.5 HD	80-173-3500
Sensor mit 90° abgewinkeltem Sensorkopf, speziell zur Messung in Rohren und schwer zugänglichen Stellen	N0.7 R	80-173-2500

Beschreibung	Typ	Artikel-Nr.
Sensor für magnetinduktives Verfahren und Wirbelstromverfahren		
	FN1.5/0.7	80-173-0200
	FN1.5/0.7 R	80-173-2600
	FN5/2.5	80-173-0600
HD Ausführung für den Einsatz in rauem Umfeld und bei stärkerer Schmutzentwicklung durch Staub und/oder Lackpartikel	FN1.5/0.7 HD	80-173-3200
	FN5/2.5 HD	80-173-3600
Sensor mit 90° abgewinkeltem Sensorkopf, speziell zur Messung in Rohren und schwer zugänglichen Stellen	FN1.5/0.7 R	80-173-2600
jeweils einschließlich : - 1 bzw. 2 Referenz-Nullplatte(n) - 3 Präzisionsstandards - Herstellerzertifikat		

15.3.3 Zubehör für SIDSP®-Sensoren

Beschreibung	Artikel-Nr.
Sensorkabel für MiniTest 7400 Ausführung 90°, Standardlänge 1m	81-170-0001
Sensorkabel für MiniTest 7X00 Ausführung 90°, Länge 5m	81-170-0005

15.4 Zubehör

Beschreibung	Artikel-Nr.
Datendrucker MiniPrint 7000 inkl. Ladegerät 100V..240V / 9V 1,12A	80-202-0001
Thermopapierrolle 58 x Ø 31mm für MiniPrint 7000	06-007-0007
NiMH-Akku Mignon AA HR6 1,2V / 2000 mAh	02-064-0001
Schnelladegerät für NiMH Akkus	02-070-0042
Batterie Mignon 1,5V AA\LR6\Alkaline	02-064-0008
Steckernetzgerät 9V/1,12A für MiniTest 7400	80-900-0005
Gummischutzhülle mit Aufsteller und Tragegurt	82-010-0064
Umhängetasche für MiniTest 7X00	82-010-0007
Staubschutztasche für MiniTest 7X00	85-199-0001
IrDA® / USB-Konverter Für den drahtloser Datenaustausch zu einem Desktop-Computer. Direkte Unterstützung in Win9x, WinME, Win2000, WinXP, WinVista, Win7 durch leicht installierbaren, universellen Treiber 100cm Kabel mit USB-Stecker	85-139-0014
RS 232C-Adapterkabel für MiniTest 7400	85-159-0006
USB-Adapterkabel für MiniTest 7400	80-900-0006
Universal-Anschlussbox zum Anschluss von Fußschalter, Steckernetzgerät, Alarm, oder Kopfhörer, 3 Anschlüsse und USB-Schnittstelle inkl. USB-Kabel	80-904-0400
Präzisionssondenstativ nur für Sensoren F05, N02, FN1.5/0.7, F1.5 und N0.7, inkl. Spannhülse (80-900-0202)	80-900-0200
Herstellerprüfzertifikat (nach DIN 55350 M) für MiniTest 7400 incl. 1 Sensor	
Herstellerprüfzertifikat (nach DIN 55350 M) für Kalibrierfolien	

16. Anhang

16.1 Fehlermeldungen und –behandlung

Fehlermeldung des Gerätes	Problem	Abhilfe
„Bitte die Einstellungen der Uhr überprüfen“	Beim erstmaligen Einsetzen der Batterie oder wenn das Gerät länger als 5 Minuten ohne Stromversorgung war.	Uhr neu einstellen (Siehe Kapitel 10.5.3)
Die Batterien im Gerät sind fast leer.	Die Batterien im Gerät sind fast leer. Sie können noch eine gewisse Zeit weiterarbeiten, sollten aber die Batterien gegen neue tauschen. Das Gerät schaltet bei Unterschreiten einer Mindest-spannung automatisch aus.	Verbrauchte Batterien erneuern. Verbrauchte oder defekte Batterien und Akkus bitte als Sondermüll gemäß der gesetzlichen Vorschriften entsorgen.
„Sensor bitte in Unendlich halten“ Anzeige nach dem Einschalten	Sensor wurde beim Einschalten nicht genügend weit von Metallteilen entfernt gehalten.	Hat der Sensorkopf Kontakt mit einem Metallteil? (Siehe auch Kapitel 6.1) Sensor beim Einschalten des Geräts genügend weit (ca. 5facher Messbereich) von allen Metallteilen entfernt halten; Gerät schaltet automatisch in den Messbetrieb. Wenn die Anzeige der Meldung erlischt, ist der Sensor messbereit.
„Bitte bestätigen Sie, dass der Sensor in Unendlich ist“	a) Der Sensor befindet sich innerhalb des Einflussbereiches von ferritischen Gegenständen und magnetischen Feldern oder ist auf ein Substrat aufgesetzt, z.B. in einem Präzisionsstativ b) Es ist ein Unendlich-abgleich des Sensors erforderlich.	**Anzeige erlischt nicht, nach ca. 10 Sekunden erscheint:** Stellen Sie sicher, das der Sensor genügend weit (ca. 5facher Messbereich) von allen Metallteilen entfernt und der Sensor außerhalb des Einflussbereiches von metallischen Gegenständen und magnetischen Feldern ist. Sollte die Meldung nicht automatisch ausblenden, betätigen Sie die

Fehlermeldung des Gerätes	Problem	Abhilfe
	(Siehe auch Kapitel 6.1)	Funktionstaste “Unendlich“. Wenn die Anzeige erlischt, ist der Sensor messbereit. **Achtung:** Die Funktionstaste „Unendlich“ nur dann Betätigen wenn die oben genannten Fehlerquellen ausgeschlossen sind.
„Der Unendlichwert sollte aktualisiert werden“	Der Sensor befand sich für längere Zeit nicht im Unendlich-Bereich. Um die angegebene Messunsicherheit sicher einhalten zu können, sollte der Unendlichwert aktualisiert werden. (Siehe auch Kapitel 6.1)	Sensor abheben, Verschwinden der Meldung abwarten. Bei einer laufenden Messung kann die angeforderte Aktualisierung durch Drücken der Taste "ESC" unterbunden werden. Dies ist nur in Ausnahmefällen anzuraten, da die Genauigkeit nicht mehr garantiert werden kann.
„Sensortyp nicht kompatibel zur Messreihe. Kein Betrieb möglich!“)	In der aktiven Messreihe sind Daten eines anderen Sensortyps gespeichert.	Wählen Sie eine andere Messreihe aus oder legen Sie eine neue Messreihe an.
„Die vorhandenen Messwerte in der Messreihe sind nicht kompatibel zum Sensor! Messwerte löschen ?“	In der aktiven Messreihe sind Daten von einem anderen Sensor gespeichert.	Sie können eine andere Messreihe auswählen, eine neue Messreihe anlegen, oder durch Löschen der Messwerte in der Messreihe neue Messwerte aufnehmen. Abbruch durch „ESC“. Mit „OK“ werden die Messwerte gelöscht.
Der Speicher im Gerät ist voll.	Dies kann mehrere Ursachen haben: a) Es wurde die maximale Anzahl an Messwerten aufgenommen. b) Es ist die maximale Anzahl an Einträgen in der Datenbank erreicht worden.	Löschen Sie Messwerte, Messreihen oder Verzeichnisse in der Datenbank, die Sie nicht mehr benötigen.
„Speicher wird optimiert!“	Meldung erscheint nur kurzzeitig auf dem Display.	Automatischer Vorgang, kein Eingriff erforderlich.
„Verbindung zum Sensor unterbrochen.“	Der Sensorstecker wurde bei eingeschaltetem Gerät entfernt oder die Verbindung zum Sensor unterbrochen.	Bitte überprüfen Sie die möglichen Ursachen.

Fehlermeldung des Gerätes	**Problem**	**Abhilfe**
	Mögliche Ursachen: - Sensor wurde entfernt - Steckverbindungen locker - Kabel beschädigt - Sensor defekt.	Sollte als letzte Möglichkeit der Sensor defekt sein, tauschen Sie diesen aus oder wenden Sie sich an den ElektroPhysik-Kundendienst.
„Kein Sensor vorhanden! Änderung nicht möglich!“	Es kann keine Verbindung zum Sensor hergestellt werden. Mögliche Ursachen: - kein Sensor angeschlossen - Steckverbindungen locker - Kabel beschädigt - Sensor defekt	Bitte überprüfen Sie die möglichen Ursachen. Sollte als letzte Möglichkeit der Sensor defekt sein, tauschen Sie diesen aus oder wenden Sie sich an den ElektroPhysik-Kundendienst.
Sensor defekt.		Bitte wenden Sie sich an den Kundendienst.

Folgende Fehler können durch einen Total Reset (siehe Kapitel 11.1) behoben werden.

- Gerät reagiert nicht auf Tastendruck
- Gerät lässt keine weiteren Messungen zu
- Unlogische Anzeigewerte

Falls sich das Gerät nicht über die Ein-/Aus-Taste ausschalten lässt, kurz die Batterien entfernen.

16.2 Begriffe zur Statistik

Die statistische Auswertung soll Ihnen helfen, Ihre Messungen besser zu beurteilen und Ihre Entscheidung über die Qualität des geprüften Materials sicherer zu fällen.

Mittelwert

Der Mittelwert $\bar{x}$ ist die Summe der Einzelwerte, dividiert durch die Anzahl der Messwerte.

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

Varianz

Die Varianz ist die Summe der quadrierten Abweichungen der Messwerte von ihrem arithmetischen Mittelwert, dividiert durch die um 1 verminderte Anzahl der Messwerte.

$$s^2 = \mathrm{var}(x) = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

Standardabweichung s **(Std.-Abw.)**

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Messwerte. Die Standardabweichung s ergibt sich aus der positiven Quadratwurzel aus der Varianz s^2 .

$$s = \sqrt{s^2}$$

Variationskoeffizient (Var.-Koeff.)

Der Variationskoeffizient ist die Standardabweichung dividiert durch den arithmetischen Mittelwert; die Angabe erfolgt in Prozent.

$$K\,var = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

Prozessfähigkeitsindex (Cp)

Der Cp-Index ist ein Maß für die Streuung der Messwerte im Verhältnis zu den Spezifikationsgrenzen, er berücksichtigt nur die Streuung und errechnet sich aus

$$Cp = \frac{OSG - USG}{6s}$$

USG = untere Spezifikationsgrenze (Low-Limit)

OSG = obere Spezifikationsgrenze (High-Limit)

Prozessfähigkeitsindex (Cpk)

Der Cpk-Index berücksichtigt neben der Streuung zusätzlich die Lage des Mittelwertes zu den Spezifikationsgrenzen.

$$Cpku = \frac{\bar{x} - USG}{3s}$$

$$Cpko = \frac{OSG - \bar{x}}{3s}$$

Cpk = Min { Cpku, Cpko }.

16.3 Sicherheitshinweise

Der sichere Betrieb des Gerätes ist grundsätzlich gewährleistet, wenn die Hinweise in dieser Betriebsanleitung und die im Display angezeigten Hinweise beachtet werden.

Zu Installationsarbeiten: Netz- und Spannungsversorgungen in Systemen stets ausschalten!

Verwenden Sie nur Originalersatz- und Zubehörteile!

	Zubehör und Akkus Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör und zugelassene Akkus. Schließen Sie ausschließlich kompatible Produkte an.
	Anschluss an andere Geräte Wenn Sie dieses Gerät an ein anderes Gerät anschließen, lesen Sie dessen Bedienungsanleitung, um detaillierte Sicherheitshinweise zu erhalten. Schließen Sie ausschließlich Originalzubehör an .
	Wasserdichtigkeit Das Messgerät ist nicht wasserdicht. Bewahren Sie es trocken auf.
	Nicht in explosionsgefährdeter Umgebung verwenden
	Qualifizierter Kundendienst Nur qualifiziertes Kundendienstpersonal darf das Messgerät reparieren.
	In medizinischen Einrichtungen vor der Benutzung Gefährdung klären

16.4 Konformitätserklärung

Wir erklären, dass das Schichtdickenmessgerät MiniTest 7400 die Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie 89/336/EWG, in Deutschland, umgesetzt durch das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) vom 09.11.1992, einhält.

16.5 Service-Adressen

Die Schichtdickenmessgeräte MiniTest 7400 und die Sensoren werden unter Verwendung von hochwertigen Komponenten nach modernsten Methoden gefertigt. Sorgfältige Zwischenkontrollen und ein nach DIN EN ISO 9001 zertifiziertes Qualitätsmanagement sorgen für eine optimale Fertigungsqualität des Gerätes.

Sollten Sie dennoch eine Störung an Ihrem Gerät feststellen, benachrichtigen Sie Ihren zuständigen ElektroPhysik-Service unter Angabe der Fehler und ihrer Beschreibung.

Bewahren Sie für eventuelle Reparaturen, die nicht an Ort und Stelle durchgeführt werden können, die Versandverpackung auf.

Haben Sie spezielle Fragen zum Einsatz, Gebrauch, Betrieb und zu Spezifikationen des Gerätes oder der Sensoren, wenden Sie sich bitte an Ihre örtliche ElektroPhysik-Vertretung von oder direkt an:

ElektroPhysik

Dr. Steingroever GmbH & Co. KG

Pasteurstr. 15

D-50735 Köln

Tel.: +49 221 75204-0

Fax: +49 221 75204-69

E-Mail: info@elektrophysik.com

Die Adresse Ihrer lokalen Vertretung finden Sie auf der ElektroPhysik-Website.

http://www.elektrophysik.com/company/agencies-abroad.html

17. Änderungs-Historie

In diesem Kapitel sind aktuelle Änderungen oder Ergänzungen beschrieben, falls diese vorliegen.

Ansonsten bleibt dieses Kapitel leer.

12.06.2012
Ergänzung durch Kapitel „Anschließbares Zubehör“

26.06.2012
Ergänzung durch Kapitel 5.6 „Messungen auf heißen Oberflächen“

14.05.2014
Ergänzung durch Kapitel 6.8 „Kalibrieren und Messen mit dem N20 Sensor“
Ergänzung durch Kapitel 6.9 „Kalibrieren und Messen mit dem FN100 Sensor“

18. Stichwortverzeichnis

Aenderungssperre 70
Akku....14, 15, 28, 80, 87, 92
  externes Ladegerät....14
Alarmsignal....70
Alphanumerische Eingabe....19, 20, 49
Ausschalten....13
Ausschaltzeit....70
Batterie....14, 28
  einlegen....10
  Füllstand....14
Batterie-Füllstandsanzeige....14
Bedienelemente....13
Befehls- und Navigationstastenblock....13
Blocknummer....55, 56
Daten....51, 71, 73, 88
  Datenausgabe....59, 60, 68
  Datenausgang....59, 60
Datenformat....68
Datenübertragungsprotokoll....68
Datum....67
Direct-Mode....11, 47
Display....30
  Beleuchtung....67
  Helligkeit....67
Drucken....59, 60
  Bildschirm....74
  Druckreihenfolge....59, 60
  Hardcopy....74
Eingabezeit....19, 20, 38, 40, 41, 70
Eingestellter Sollwert....17
Einschalten....13, 49
Einzelmesswerte....56
Festkommaformat....69
FN100 Sensor....45
Funktionstasten....13
Fußschalter....14
Gerätedaten....71
Gestrahlte Oberflächen....33
Grafik....60, 61
Grenzwert....52, 54, 65
Grenzwerte....65
Grundeinstellungen....70
Grundwerkstoff....9, 29, 30, 31
Hauptmenü 19, 21, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 67
Hilfe....14
Histogramm....52, 54, 59, 60, 61, 65
  Häufigkeitsverteilung....54
Inbetriebnahme....11
Infrarot-Schnittstelle....14, 59, 60, 61
  IrdA....68
Kalibriermethode
  Australisch....22, 31
  ISO....22, 30
  Rau....30
  Schwedisch....22, 31
  SSPC....22, 31
Kalibrierpunkt löschen....43
Kalibrierung 27, 28, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47
  Kalibrierart....12
  Kalibriermethode....22, 28
  Nullpunkt-Kalibrierung....22
  Werks-Voreinstellung 11, 12, 22, 30, 34, 49
  Zero-Kalibrierung....29
  Zweipunkt-Kalibrierung....29
Kenndaten....19, 71
Konfiguration....21, 52, 61
Kontrast....67
Korrekturwert....30, 31, 32, 65
Lautsprecher....70
Lieferumfang....84
Löschen....50, 52
Maßeinheit....19, 38, 40, 41, 52
Maß-System....70, 74
Messbetrieb 11, 21, 27, 35, 36, 38, 40, 42, 50, 71
Messgeschwindigkeit....71
Messreihe....21, 27, 31, 32, 33, 47, 53, 55, 59, 64, 88
  auswählen....50, 51
  umbenennen....51
Messverfahren....11, 17, 21, 53, 55, 64
Messwertanzeige....17
Messwertausgabe auf Schnittstelle....69
Messwerte....11, 17, 25, 27, 30, 43, 47, 52, 53, 55, 59, 60, 64, 65, 71, 90
  löschen....58
Mittelwert....31, 33, 34, 35, 37, 39, 59, 60, 90
Multifunktionsanschluss....68
N20 Sensor....44
Normen....8
Nullpunktkalibrierung....35
Numerische Eingabe....19

Online Statistik.....18
Parameter-Einstellungen 19, 63
Präzisionsstandard 27, 29, 37, 38, 39, 40, 41, 75
Prozessfähigkeitsindex
Cp.....52, 59, 60, 65, 90
Cpk.....52, 59, 60, 65, 90
Raue Oberflächen.....33
Rauheitseinfluss 31
Rauheitswert.....31, 33
Reinigen.....80
Schnittstelle 14
Sensordaten 71
Sichtverbindung.....61
Signalton.....35, 37, 39, 41
Sprache 11, 19, 70, 73
Standardabweichung.....59, 60, 90
Statistik.....53, 55
Statuszeile 11, 30
Steckernetzgerät.....14, 15
Temperaturkompensation.....44, 46
Total Reset 11, 49, 71, 73, 89
Trenddiagramm 52, 54, 59, 60, 61, 65
Uhrzeit 67
Universal-Anschlussbox 14
Varianz 90
Variationskoeffizient.....90
Verzeichnis 48, 50, 51, 73
Namen.....49
umbenennen 51
Wanddickenmessung 45
Zeiger 56